Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur

zu einer

sinnigen Auslegung desselben

und zu einer

hieraus hervorgehenden Charakteristik der Natur

vom

Grafen Georg von Buquoy.

Mit zwei Kupfertafeln.

Neue Auflage.

Leipzig,
bei Breitkopf und Härtel.
1825.

Einleitung.

Digitized by Google

Digitized by Google

Einleitung.

§. 1.

Wenn wir uns mit kindlicher Unbefangenheit, ohne vorgefaßte Meinung, in Demuth des Herzens, mit dem schlichten Sinne des Forschenden, dem Heiligthume der Natur, in der wir uns mit allem Uebrigen verschmolzen erblicken, nähern; wenn wir, so viel dieß unsere geringen Fähigkeiten gestatten, das Bild der Natur, in seiner ganzen Fülle und Mannigfaltigkeit, in ihrer Lebendigkeit, im Geiste hervorzurufen, versuchen; so werden wir entzückt durch das ästhetische Meisterwerk der Kunst; zugleich aber werden wir in den Staub zurückgedrängt, auf unsere Nichtigkeit verwiesen, durch die Größe und majestätische Einfachheit im Weltenbaue; wir werden zum Forschen aufgefordert durch die durchgehends hervorstechende Harmonie, Analogie und Gesetzmäßigkeit; aber endlich erblicken wir doch im Ganzen, nur Bruchstücke, bloße Fragmente, und unsere gesammte Erkenntniß verliert sich wieder in ein unzusammenhängendes Chaos. So war es von jeher, so ist es; so wird es auch in der Folge seyn.

Eitler Wahn, Selbstsucht, Einseitigkeit in den Ansichten, und die hieraus entstehende Beschränktheit unseres Gesichtskreises; einige gelungene Resultate in den Untersuchungen an der Außenschale der Natur; ein vorsetzliches Verschließen unseres Sinnes und Herzens gegen alle jene Aeußerungen derselben, welche in vernehmlichen Worten uns zu dem Bewußtseyn unserer Nichtigkeit zurückgeführt hätten; alles dieses zusammen genommen, hat jene menschlichen Verirrungen hervorgebracht, wornach wir wähnten, die Natur, ihre Gesetze, ihre innere Wesenheit, ihren Geist und Charakter, ergründet zu haben. Allein, wer könnte bei dergleichen Ansichten verharren? Wohl nur derjenige, der es gerade so und nicht anders will; oder der die Natur, diese lebendige Werkstätte eines unaufhörlichen Schaffens, Vernichtens, Umwandelns, aus Naturaliencabinetten, Treibhäusern, chemischen Laboratorien, algebraischen Formeln, kennen gelernt hat. Aus fingirten Formeln, aus Schmelztiegeln und Retorten, und wenn es hoch kommen sollte, aus den ekelhaften Zuckungen am Froschapparate, hieraus sollte die Schöpfung in ihrem mystischen

Gewande des Lebens hervortreten! Wohin kömmt es mit uns, wenn wir uns über unsere Fähigkeiten hinaus erheben, wenn wir uns zu Gesetzgebern da aufdringen wollen, wo wir in der Einfalt des Herzens, forschen und bewundern sollten!

Groß und herrlich, des Menschen Adel deutlich verkündend, sind die Resultate der mathematischen Physik, so lange sie sich auf analytische Dynamik beziehen. Aber wir mögen dabei nicht vergessen, daß, die hier mit so vieler Präcision erforschten Gesetze sich immer nur auf Attraction und Repulsion beziehen, daß hierdurch nur ein Theil des Scelets der Natur verzeichnet wird, und daß derjenige, der es sich etwa einfallen ließe, hierinn die gesammte Natur zu erblicken, daß er, sage ich, seiner einseitigen Ansichten willen, eben so sehr zu bedauern wäre, als derjenige, der an einem meisterhaften Gemählde stumpf gegen das genialische des Kunstwerks, bloß die Richtigkeit der perspectivischen Linien zu würdigen im Stande wäre. Groß sind die Resultate des Kalkuls, und wunderbar stimmen sie mit den Bewegungen der Himmelskörper überein; allein dasjenige, das die Mechanik des Himmels bis in ihre verborgensten Tiefen zu ergründen vermöchte, ist nicht einmal im Stande, die Epidermis des Wurmes zu ritzen. Was vermag unsere ganze Meßkunst, wenn wir uns vom trägen Atome hinweg, von der insipiden Anziehung und Zurückstoßung, von der eintönigen Gravitation nach jener vielseitigen Manifestation der Spontaneität hinwenden, welche wir an der lebenden Natur erblicken?

Aus zwei entgegengesetzten Polen möge der Mensch die Ansicht der Natur erfassen. Die träge Masse bloß in ihrem mechanischen Zustande betrachtet, als das Höchste der Passivität, unterwirft er streng mathematischen Gesetzen. Die Aeußerungen seines Geistes, das Höchste der Activität, fühlt er auf das Lebhafteste, auf das Innigste; denn es ist ihm das Nächste, es ist in ihm; er vermag zwar nicht die Gesetze dieser Aeußerungen dem Kalkul zu unterwerfen; denn dazu sind sie zu vielseitig, zu lebendig; allein, was er fühlt, weicht der Strenge mathematischer Sätze nicht. Die Axiome des Gefühls sind eben so wahr, beruhen eben so auf sich selbst, ohne eines weitern Beweises zu bedürfen, als die mathematischen Axiome. Von jenen beiden Polen aus mögen wir stets in die Natur dringen, d. h. sie von ihren äußersten Gränzen an, nach ihren innern Theilen hin, durchforschen. Die äußere Hülle der Natur, das todte starre Gerippe derselben, wollen wir mit dem Maaßstabe, so viel es möglich ist, untersuchen; und in der That leistet in diesem Wirkungskreise die Mathematik wahre Wunder. Aber, das Innere, das Lebende, das in der höchsten Fülle der Mannigfaltigkeit, mit Aeußerungen von Spontaneität sich Darstellende; das, nicht so sehr eine mechanische, als vielmehr eine ästhetische Zweckmäßigkeit in sich Fassende, wo in einem weit höhern Grade die Grazie, als die Oekonomie in den Mitteln hervortritt; bei allen diesen Erscheinungen, wollen wir den Maaßstab von uns wenden, wollen die jeden Aufflug der Phantasie hemmenden mathematischen Formeln

Digitized by Google

vergessen, und unserm Geiste gestatten, sich, selbst bis zum Verluste des deutlichen Bewußtseyns, in dieselben zu ergießen; frei und ungezwungen, wie die Erscheinung es erfordert. Denn das eigentliche Höhere der Natur, das Geistige und Lebende in derselben, kann nicht berechnet, nicht in logisch geordneten Sätzen gefaßt werden, hier vermag der Mensch nur zu fühlen, zu ahnden.

Das Studium der Natur, hat wahrlich nicht zum Endzwecke, jene zu ergründen; denn dieß ist und bleibt eine vergebliche Bemühung. Nein! ein innerer unergründlicher, uns himmelan erhebender Trieb ist es, der uns zum Forschen über das Wesen der Natur auffordert. Wir vernehmen unaufhörlich ihre Stimme, und zwar auf eine Weise, die uns fortwährend zum Forschen reizt, uns aber nie befriedigt. Das Studium der Natur ist ihrem höchsten und letzten Endzwecke nach, das erste und vorzüglichste Mittel unserer geistigen Bildung; es führt uns auf die ausgezeichneteste Weise unserm höhern Endzwecke näher; und dieß ist der Gesichtspunkt, unter welchem wir jenes Studium in dieser Schrift durchgehends auffassen wollen.

§. 2.

Daher soll auch hier unser Hauptendzweck dahin gehen, die Erscheinungen der Natur mit kindlicher Unbefangenheit, ohne vorgefaßte Ansicht, entfesselt von schulgerechten Formeln und Regeln, die dem Geiste lästige Fesseln anlegen könnten, unbestochen aufzufassen; die Gesetze der Erscheinungen aus den Erscheinungen selbst (nicht aus Hypothesen) zu abstrahiren; Analogieen unter jenen Gesetzen aufzufinden, und solchermaßen aus der Betrachtung der Naturgesetze, welche wir vom Sonnenstäubchen an bis zum Menschen hin, beobachten können, den Geist der Natur zu entziffern, ihre Charakteristik zu entwerfen, oder wenigstens dahin zu gelangen, sie zu ahnden. Alles dieß liefern wir hier nur in Skizzen; und was wird auch je der Mensch in einem so vielseitigen Gegenstande zu leisten vermögen, als Bruchstücke!

§. 3.

Die Himmel erzählen die Ehre Gottes, und die Feste verkündigt seiner Hände Werk; der Mensch kann nur betrachten, beschreiben, zusammenstellen! So ruft entzückt Linné dieser große Naturforscher aus. Er fühlte so, weil er sich nicht erkühnte, die Natur erklären zu wollen, sondern, weil er, dem Zwecke des Menschen gemäß, derselben nachforschte, und das Meisterwerk bewunderte.

Wir wollen als Echo ihm folgendermaßen nachrufen:

Ja wahrlich! die Himmel erzählen die Ehre Gottes, und die Feste verkündigt seiner Hände Werk; der Mensch kann betrachten, beschreiben, zusammenstellen; er kann aber

Digitized by Google

überdieß das Betrachtete zum Gegenstande intellectueller Anschauung machen, und hiedurch Ideale schaffen. Hiebei möge aber wesentlich nur beabsichtigt werden, daß dem Drange das Reale mit dem Idealen zu verschmelzen, Genüge geleistet werde, daß der Geist im höhern Betrachten sich übe, und das er hiedurch zum Ahnen seines Verhältnisses zur übrigen Natur gelange. Nie hingegen mögen wir anmaßend als etwas Nothwendiges, das Ziel uns ausstecken, jene Ideale zu erhaschen, welche mit der Wirklichkeit in Uebereinstimmung stünden; ob wir gleich nicht aller Hoffnung entsagen dürfen, hie und da zu solchen Uebereinstimmungen zu gelangen, und hiedurch jubelnd zu entdecken, wir hätten im Geiste des Schöpfers gedichtet. Mit Demuth müssen wir aber dann allemal erkennen, daß wir nur Bruchstücke aus dem Gedichte der Schöpfung auszuheben vermögen; und, daß, aus solchen Bruchstücken die Natur zu construiren es eben so unmöglich ist, als aus einzelnen Werthen eine mathematische Formel zu finden. Und was ist eine mathematische Formel gegen jene Formel, welche dem Gedichte der Schöpfung zum Grunde liegt. Dort die einseitige Rücksicht von Quantität; hier die vielseitigste Rücksicht von Alledem, das Verstand und Phantasie nicht zu fassen, und um so weniger in die zusammengehörigen Functionen zu scheiden, vermögen. In unsern Betrachtungen der Natur und über die Natur wollen wir daher allemal von solchen Erscheinungen ausgehen, welche wir mit gesunden unbestochenen Sinnen des niedern und höhern Gewahrwerdens, in uns aufgenommen haben. Wir wollen hiebei, die im ächten Streben nach Wahrheit geschaffenen Bilder des Geistes, nicht als unsinnige Traumgestalten erklären, aber auch nicht als unfehlbare Aussprüche der Gottheit, als nothwendig übereinstimmend mit der Wirklichkeit.

§. 4.

Da zu einer sinnigen Auslegung der Natur erfodert wird, dieselbe in ihrem ganzen Umfange aufzufassen, so wird in dieser Schrift sowohl die leblose als die lebende Natur, vom Crystalle bis zum Menschen hin, betrachtet; und es wird dahin gearbeitet, die Auslegung der Naturgesetze einem homogenen Gesichtspunkte zu unterwerfen.

Wir konnten dieß auf keine Weise zweckmäßiger erreichen, als dadurch, daß wir uns bemühten, die Erscheinungen geistigern Gesichtspuncten zu unterwerfen, als dieß in der atomistischen Physik gewöhnlich geschieht, wobei wir jedoch beflissen waren, so viel sich dieß thun ließ, uns des kräftigen Vehikels der Mathematik zu bedienen. Eine Aufgabe, die im höchsten Grade schwierig ist, da außerhalb der Gränzen der atomistischen Hypothesen, alle Rechnungsansätze von der Art sind, daß für jeden eigenen Fall der Rechnungsansatz eigends erfunden werden muß; da hingegen in der atomistischen Physik weiter nichts geschiehr, als daß die einmal festgesetzten Formeln der analytischen Mechanik auf verschiedene Fälle angewendet werden. Um jenen Endzweck zu erreichen, haben wir getrachtet, alle Erschei-

Digitized by Google

nungen der Natur, als Actionen dieſer, als Zuſtände der Materie zu betrachten; und wo es uns möglich war, haben wir jene Actionen dem Kalkul eben ſo unterworfen, als dieſes in der analytiſchen Mechanik rückſichtlich der Bewegungsaction geſchieht; ſtatt, daß in der gewöhnlichen atomiſtiſchen Phyſik, Alles auf Bewegung zurückgeführt wird; wozu wir wahrlich keinen Grund einſehen.

Als Newton's Schöpfergeiſt ſich kraftvoll aus dem Chaos der herrſchenden Anſichten über die Natur emporſchwingend, Kraft, Materie und Bewegung, von einander trennend, und dieſe drei Factoren der uns am klarſten aufzufaſſenden Erſcheinungen mit einem bewundernswerthen Scharfſinne, dem Kalkul unterwarf; als er ſolchergeſtalt die Fundamentalgeſetze der Mechanik, aus dem Myſtiſchen der Erſcheinungen entzifferte, und ſie in klaren vernehmlichen Worten ausdrückte, jene Fundamentalgeſetze, wornach der Staub vom Winde bewegt wird, und mit eben der Strenge und Conſequenz Welten um Welten in ſtets wiederkehrenden Cykeln ſich wälzen; als eines Menſchen Geiſt den Grundbau der Natur ſo hell beleuchtete, daß man in der majeſtätiſchen Einfachheit deſſelben, den Schöpfer und Weltbeherſcher ſelbſt zu erblicken vermochte; als der unſterbliche Newton dieß große Werk vollbrachte; da betrachtete er das Ponderable Fühlbare als Materie, die Bewegung als einen Zuſtand der Materie, und die Urſache der Bewegungsveränderungen als eine ihrer Natur nach unbekannte Kraft.

Er hätte ſagen können: Wenn ein Körper ſeine Bewegung ändert, ſo kommt dieß daher, daß der Körper ſich mit einer andern, höchſt feinen, nicht wahrnehmbaren Materie verbindet, und daß aus der Combination der Actionen der beiden Materien, jene Action entſteht, die wir Bewegung nennen (er hätte eine Materie fingiren können, wie wir es hinſichtlich des Wärmeſtoffs thun). Oder er hätte ſagen können: Wenn ein Körper C ſich von a nach b bewegt, ſo entſteht dieß aus einer eigenthümlichen Wechſelwirkung zwiſchen dem Seyenden und dem nächſt daran befindlichen Nichtſeyenden, wornach jenes verſchwindet und zugleich dieſes in gleicher Form, Quantität und Qualität entſteht, daher es uns vorkömmt, als bewegte ſich einerlei Körper c nach a b fort (er hätte eine eigene beſtimmte Action fingiren können, wie wir es hinſichtlich der Vibrationen oder Rotationen oder Oſcillationen oder u. ſ. w. thun; wodurch wir die Erſcheinung der Wärme erklären möchten).

Newton hätte Beides thun können, er hätte vielleicht für Beides Anhänger gefunden; allein, glücklicherweiſe that er keines von beiden. Nein! er betrachtete die Bewegung als das, was ſie für uns iſt, als eine uns ihrer letzten Urſache nach unergründliche, bloß als Erſcheinung bekannte Action; er fingirte Nichts, ſondern er wandte ſich an die Na-

Digitized by Google

tur mit jener kindlichen Unbefangenheit, mit jener Reinheit von aller vorgefaßter Ansicht, in jener Demuth und Einfalt des Herzens, durch welche allein dem Geschaffenen gestattet ist, in die Wunderwerke des Schöpfers zu blicken.

Ich wage nun die Frage, nachdem ich den seltenen Mann staunensvoll betrachtet habe, und von ihm zu dem Gegenstande selbst zurückgeführt bin: Hätten Newton und seine Nachfolger, die sich im Verfolgen einer vielleicht zu einseitigen Ansicht der Natur groß gezeigt haben, die übrigen Theile der Naturphilosophie, außer der Mechanik, nicht weit mehr beleuchtet; wenn sie dieselben in demselben Geiste verfolgt hätten, als die Mechanik, d. h. wenn sie dieselben als Actionen betrachtet hätten, deren letzte Bewegungsursachen unbekannt sind; statt daß sie in allen Actionen, Materie und Bewegung fingirten; eine Methode, wobei freilich der Kalkul leichter anzuwenden ist? Ist aber diese letztere Rücksicht auch hinreichend, um die Gültigkeit der Methode zu rechtfertigen?

Ich werde unter andern es versuchen, da wo ich von der Wärme und dem Lichte handle, einen Impuls zu einer solchen Ansicht der Actionen zu geben. Möge ein zweiter Newton es unternehmen, das Werk selbst zu vollführen!

§. 5.

Betrachten wir die Natur nach jener Vielseitigkeit, deren der menschliche Genius fähig ist; forschen wir nicht bloß da, wo wir im Stande sind, Alles auf einfache Grundgesetze zurückzuführen, und hieraus durch strenges Raisonnement und durch den Kalkul die Resultate mit der Wirklichkeit übereinstimmend aus uns selbst hervorzurufen; überlassen wir uns andererseits nicht bloß dem tändelnden Spiele der Phantasie; kurz! geben wir uns mit schlichtem unbestochenem Sinne dem Anschauen der Natur, und den sich hieraus in unserm Geiste entfaltenden Bildern des Verstandes, der Phantasie und des Gefühls hin, so müssen wir erkennen, daß die Natur in gewissen Rücksichten als ein zusammenhängendes Ganzes, als ein allmähliges stufenweises Uebergehen der Glieder in einander, als das auffallendste Beyspiel, durch einfache Mittel große Wirkungen hervorzubringen, erscheine; daß sie aber zu gleicher Zeit in andern Rücksichten auf eine ganz entgegengesetzte Weise sich darstelle. Die Natur, die den Forscher zur Bewunderung und zur höchsten Begeisterung stimmen muß, die ihm nur hie und da eine Consequenz zu erblicken gestattet, welche mit den Grundgesetzen seines Denkens im Einklange steht; die Natur erscheint uns wahrlich als ein Meisterwerk, worin sich die Klugheit, Umsicht und strenge Consequenz des Geometers, mit jener Mannigfaltigkeit, mit jenem Pittoresquen und Romantischen, die nur aus der höchsten Fülle dichterischer Phantasie hervorzugehen vermö-

Digitized by Google

gen, auf die unbegreiflichſte Weiſe vereinigen; ſie erſcheint als die verkörperte Darſtellung der Idee vom höchſten philoſophiſchen aber auch äſthetiſchen Werthe.

Nur ein höheres Weſen vermochte, eine Idee in Wirklichkeit darzuſtellen, die Welt zu ſchaffen. Der Menſch kann ſelbſtgeſchaffene Welten erdichten, ſie durch Worte, Töne, Formen, Linien, Farben, bei andern zum Bewußtſeyn bringen; allein er iſt nicht im Stande, ſeine Dichtung in Wirklichkeit darzuſtellen, außer, in ſo fern hiezu bloß eine neue Combination von ſchon vorhandenen Dingen erforderlich iſt. Der Menſch wehrt die Verheerung reiſſender Flüſſe ab; weiſet Strömen und Flüſſen neue Bette an; ſetzt ſogar dem fortſchreitenden Ueberſchwemmen des Oceans Gränzen. Er ändert das Klima unermeßlicher Landſtriche durch Wälderausrottung, Sümpfeaustrocknung, Kultur des Bodens u. ſ. w. (Wie war Teutſchland nach Tacitus Beſchreibung von dem itzigen verſchieden?) Er gründet unermeßliche Reiche, worin Alles, ſelbſt der Menſch, ſeinem Machtgebote unterworfen iſt; hier wirkt er auf den Charakter, die Denkweiſe, den Kultur- und Sittenzuſtand von Millionen ſeiner Mitmenſchen. Allein, dieſer allvermögende Menſch, ſchrecklich und unerbittlich als Herrſcher, vermag nicht das unbedeutendſte Gräschen zu ſchaffen, iſt nicht im Stande, einer Mücke Leben zu ertheilen. Der Menſch iſt groß, gegen alles übrige Geſchaffene, klein gegen den Schöpfer.

Hätte die Natur bloß als Mittel zu einem außer ihr liegenden Zwecke dienen ſollen, ſo wäre es hinreichend geweſen, alle Hauptverrichtungen darin, auf einerlei Weiſe allenfalls nach verſchiedenen Quantitäten, vor ſich gehen zu laſſen. Alle Thiere hätten dann blos gebraucht, ſich auf eine und dieſelbe Art zu bewegen, zu ernähren, fortzupflanzen, u. ſ. w. Allein, die Natur iſt Selbſtzweck, ſie iſt die verkörperte Darſtellung einer Idee, hervorgegangen aus der mit Vernunft gepaarten Phantaſie des unendlichen Geiſtes. Sie iſt nicht bloß ein zweckmäßiges Werkzeug zur Hervorbringung gewiſſer Effekte (wie etwa eine vom Menſchen conſtruirte techniſche Maſchine); nein! ſie iſt zugleich ein Werk der Kunſt vom höchſten äſthetiſchen Werthe. Daher die Mannigfaltigkeit in Geſtalten, Farben, und überhaupt in ſinnlichen Darſtellungen, daher die Verſchiedenheit in den auf einerlei Endzweck abzielenden Bewegungen; daher die Verſchiedenheit in den Ernährungsweiſen, in den Arten der Fortpflanzung, u. ſ. w. Der Menſch ſollte gehen, der Fiſch ſchwimmen, die Meerkatze von einem Aſte auf den andern ſpringen, und ſich dabei mittelſt ihres ringelnden Schwanzes fangen; der Vogel ſollte zu ſeiner Fortbewegung die Nachgiebigkeit der Luft gegen keilförmige Körper, und zugleich deren Widerſtand gegen ausgebreitete Flächen verwenden, und ſollte hiedurch mit unbeſchränkter Willkühr die drei Dimenſionen des Raumes durchlaufen.

Wir ſind gewohnt, es dem Menſchen zum Verdienſte anzurechnen, wenn es ihm gelingt, die mannigfaltigſten Reſultate durch einfache und einförmige Mittel zu erreichen.

Dieß liegt im Wesen des bürgerlichen Vereins, wo möglichst Viele von dem möglichst Wenigen leben sollen, wo daher die Sparsamkeit sich als Grundgesetz aller Handlungen aufdringt. Unwürdig des Schöpfers wäre es gewesen, ein ähnliches Princip der Sparsamkeit, durchgehends in seinen Werken zu befolgen; er, der mit dem Universum schalten konnte, der nur da auf Gränzen stieß, wo er sie sich selbst setzen wollte. Er begnügte sich demnach, dieß Gesetz der Sparsamkeit blos am Grundbaue der Welt zu befolgen. Uranfängliche Wurfgeschwindigkeiten, und die allgemeine, einem höchst einfachen Gesetze unterworfene Gravitation, wurden als die einzigen Vehikel auserwählt, wodurch in unermeßlichen Räumen, lange Perioden hindurch, Welten um Welten sich wälzen, wodurch allenthalben der Wechsel der Jahreszeiten, des Lichtes und der Finsterniß, mit bewundernswerther Genauigkeit vor sich gehen sollten.

Aber der ganzen Fülle seiner Phantasie überließ sich der Allbeherrscher, bei Anordnung der einzelnen Actionen in den zerstreuten Himmelskörpern. Die Mannigfaltigkeit und die Contraste sollten hier zugleich als die Zierde des Weltgebäudes hervortreten.

Die Mannigfaltigkeit unter den Thieren, wird dadurch zum Theil bestimmt, daß einzelne Theile, oder ganze Systeme von Theilen, welche die vollkommenen Thiere besitzen, den unvollkommenern fehlen. So nehmen die Organe der Fortbewegung mehr und mehr in den Amphibien, den Fischen und Würmern ab, bis sie endlich ganz aufhören. So wird das System der zum Blutumlauf und zum Athemholen gehörigen Theile, immer einfacher, bis man endlich gar keine Spur mehr davon antrifft. Dafür verlängern oder vermehren sich gleichsam zum Ersatz andere einfacher gebaute Theile. Die Riesenschlange wächst zu einer ungeheuern Größe, der Tausendfuß bewegt sich auf einigen hunderten von Füßen. Dasselbe findet sich bei den Pflanzen. Die Blätter werden kleiner in den Moosen, und fehlen den unvollkommenen Pflanzen; die Wurzeln sind ebenfalls nur haarförmig in den Moosen und in den unvollkommenen Pflanzen gar nicht vorhanden; die Blüthe wird immer einfacher, und in den unvollkommenen Pflanzen findet man nur Frucht und Saamen; das ganze System der Spiralgefäße hört endlich ganz auf. Sogar der Stamm verschwindet endlich völlig. Dafür werden manche einzelne Theile ungemein ausgebildet; z. B. die Blätter in den Farrenkräutern bei einer großen Unvollkommenheit der Blüthe, die Verästelung in mehreren Wasseralgen. Die Abnahme der Theile geschieht so deutlich und so stufenweise in den Pflanzen, daß endlich nur ein Haufen von runden durchsichtigen Körnern überbleibt.

Für jeden Theil der zusammengesetzten Pflanzen läßt sich eine Reihe von Verschiedenheiten angeben, welche von der einfachern zu der zusammengesetzten Form übergeht. Aber die Stufen finden sich auf eine mannichfaltige Weise in den verschiedenen Arten zerstreut und verknüpft. Das Gesetz der Mannigfaltigkeit ist hier: indem ein Theil

Digitized by Google

auf derselben Stufe der Ausbildung stehen bleibt, durchlaufen die andern damit verknüpften Theile die ganze Reihe von Ausbildungen. Das Gesetz der Einheit ist hier: nicht allein sind Theile auf derselben Stufe der Ausbildung häufig verknüpft, sondern einer wirkt auch auf den andern, und zieht ihn zu derselben Stufe der Ausbildung hinauf oder hinab *).

Betrachten wir überhaupt den Gang der Natur, so bemerken wir einerseits die bewundernswertheste unübersehbarste Mannigfaltigkeit; zu gleicher Zeit aber andererseits eine überraschende Einförmigkeit. Ein tieferes Eindringen in die Wesenheit dieses auffallenden Gesetzes, möchte uns vielleicht dahin führen, hier ein Gesetz in der Action der Natur zu erspähen. Wir wollen es versuchen.

Wir bemerken in der äußern Form der Crystalle eine außerordentliche Mannichfaltigkeit, die so weit geht, daß wir in vielen Fällen eine bloße Zufälligkeit, einen Uebergang aus der Crystallform in die Formlosigkeit zu bemerken glauben. Eine größere Einförmigkeit in der Structur bemerken wir, wie wir allmählig in das Innere des Crystalls dringen; ja höchst überraschend wird die Einförmigkeit, wenn wir durch beständiges Abspalten von außen nach innen zu auf den Kern des Crystalls zu gelangen vermögen, an dem wir eine primitive Form erkennen, die allen Individuen einer Gattung zukömmt, mögen auch die äußeren Gestalten dieser Gattung noch so sehr von einander abweichen. (Hauy.)

Betrachten wir die Pflanzen- und Thierwelt, bloß nach ihrer äußern Bildung, so entdecken wir eine Mannigfaltigkeit, welche unsere Phantasie im höchsten Grade begeistert, wovor aber unsere Intelligenz, durch die Größe des Gegenstandes alles Auffassens unfähig, gedemüthigt in den Staub zurücktreten muß. Dringen wir aber in die innere Structur der Pflanzen und Thiere, so enthüllt sich uns eine Gleichförmigkeit, eine Einfachheit, wodurch wir im Stande sind, Regeln und Gesetze einer vergleichenden Anatomie aufzustellen.

Wenden wir unsern Blick nach den mancherlei Arten der Bewegung im Universum, so zeigt sich an den Methoden derselben bei Pflanzen und Thieren, im Kriechen, Gehen, Laufen, Fliegen, Springen ....., eine unübersehbare Mannichfaltigkeit; hingegen zeigt sich in der Methode der Bewegung an den Himmelskörpern (welche sich auf Rotation und Fortschreiten in Ellipsen, Kreisen, Parabeln und Hyperbeln reduciren) eine bewundernswerthe Einförmigkeit. Hier müssen wir nun erwägen, daß wir nicht vermögen, die Methode der Bewegung an den Himmelskörpern durch unmittelbare Wahrnehmung aufzufassen, wie wir dieses rücksichtlich der Methode der Bewegung an Thieren und Pflanzen im Stande sind.

Alles dieses zusammen genommen, mag uns berechtigen, folgendes Gesetz aufzustellen: Die Action der Natur äußert sich nach der auffallendern Seite hin,

*) Link Anatomie und Physiologie der Pflanzen.

Digitized by Google

als ein Streben nach Mannigfaltigkeit; hingegen nach der verborgenern Seite hin, als ein Streben nach Einförmigkeit.

Ein ähnliches Gesetz äußert sich in der Action unseres Geistes, durch Dichten, durch Poesie (als Ueberblicken des Aeußern, als Abspiegelung des Universums im Einzelnen); durch Denken, durch Philosophie (als Forschen nach dem Innern, als Reduction auf einfache Gesetze).

§. 6.

Um die Natur in ihrer ganzen Vielseitigkeit aufzufassen, ist es nothwendig, die Erscheinungen der Außenwelt in unserm Geiste abgespiegelt, und umgekehrt die Erscheinungen an unserm Geiste in der Außenwelt wiederholt zu erblicken. Als Vorbereitung zu dieser Methode mögen kurz gefaßt folgende Betrachtungen dienen.

Das Verhältniß zwischen unserm Geiste und der Natur, ergibt sich aus der Wesenheit jener Actionen, welche im Geiste durch äußere Eindrücke bestimmt werden; ferners aus der Analogie unter den Actionen der Außenwelt, und jenen des Geistes.

Das Gewahrwerden ist der Ursprung aller activen Aeußerung des Geistes.

Beim Gewahrwerden besteht der Gegensatz: Seyn und Gewahrwerden; oder Object und Subject; daher die Trias: Object, Subject, Zusammenhang beider; deren Resultat die Wahrnehmung.

Beim Gewahrwerden besteht allemal Trennen des Objects vom Subjecte, und zugleich Verbinden des Objects mit dem Subjecte (indem das Object, als Object dieses und keines andern Subjectes bestimmt wird).

Es besteht Trennen und zugleich Verbinden bei Allem, an jedem äußern Gegenstande. Denn nur unter den Formen von Raum und Zeit tritt er hervor: Die Raumtheilchen sind von einander getrennt (sonst fielen sie in einen Punkt zusammen); sie sind zugleich unter einander verbunden (sonst gebe es Lücken zwischen denselben, die ja doch nur Räume seyn können). Dasselbe gilt von den Zeittheilchen.

Das Gewahrwerden eines Gewahrwerdens (wobei ich wahrnehme daß ich etwas wahrnehme), heiße Reflection. Hier besteht ein Gewahrwerden in der zweiten Potenz. Nur durch Reflection gelange ich zur Besinnung, komme ich zu mir selbst.

Die Reflection verfährt: 1) setzend (wenn sie dem Subjecte ein Prädicat gibt oder nimmt); 2) aufhebend (beim Abstrahiren, wo sie nur Eines berücksichtigt, alles Uebrige aus der Wahrnehmung vernichtet); 3) versetzend (wenn sie, nach Willkühr, das Object des Gewahrwerdens bestimmt, wohl gar schafft).

Es giebt ein Gewahrwerden in der 1sten 2ten 3ten (2+m)ten Potenz, nehmlich Gewahrwerden, Reflection, Vernunft. Diese Trias bei der Classification des Gewahrwerdens gründet sich darauf, daß das Gewahrwerden in der 3ten 4ten 5ten . . . . . ∞ten

Potenz in einerlei Klasse gehören, da hier immer nur die innere Anschauung des Zusammenhanges zwischen Gewahrwerden und Betrachtung des Gewahrwerdens als Object erscheint.

Die Körperwelt, jedes Object aus der Körperwelt, jede Naturerscheinung, läßt sich als die verkörperte Darstellung einer Idee betrachten.

Körperwelt und Geist in Wechselwirkung gebracht erheben das Unbewußte zum Bewußten.

Wie gelangt die Idee zu ihrer Form? oder, wie tritt die Mannigfaltigkeit hervor am Subjecte? 1) ausdehnend, durch Gleichniß, Metapher, Symbol, Bild; ich dichte mittelst der Phantasie, erblicke an der einzelnen Idee das Gemeinsame mit aller Idee (Wirkungskreis der Kunst). 2) zusammenziehend, durch Beschränken der Idee zum Begriff nach bestimmten Merkmalen, ich denke mittelst dem Verstande, erkenne wie die einzelne Idee von aller Idee sich sondert (Wirkungskreis der Philosophie).

Wie gelangt die verkörperte Darstellung einer Idee zu ihrer Form? oder, wie tritt die Mannigfaltigkeit hervor am Objecte aus der Körperwelt? 1) ausdehnend, durch Wiederholung des Charakters des Einzelnen im All (Harmonie in Gestalt vom Crystalle bis zum Menschen). 2) zusammenziehend, durch Absonderung des Einzelnen vom All mittelst Merkmalen *).

Wir dürfen annehmen, daß der Zusammenhang unter dem Mannigfaltigen im Geiste, und der Zusammenhang unter dem Mannigfaltigen an der Außenwelt von analoger Natur sind.

In der Außenwelt tritt alles Seyn im Raume hervor, hier ist Raum das Setzende (Hervorbringende) Verbindende; hingegen Zeit das Vernichtende, Trennende. Am Raume bestehen drei Dimensionen, an der Zeit nur eine Dimension. Im Geiste tritt alles Seyn im Gewahrwerden hervor, hier ist das Gewahrwerden das Setzende (Hervorbringende) Verbindende; hingegen das Aufheben, das Vernichtende, Trennende. Am Gewahrwerden bestehen 3 Geistesactionen (3 Potenzen des Gewahrwerdens) am Aufheben besteht nur eine Geistesaction.

Am Geiste erzeugt sich alles Seyn im Gewahrwerden, wobei gemeinschaftlich ein Trennen und Verbinden besteht. An der Außenwelt erzeugt sich alles Seyn im Raume, wobei gemeinschaftlich ein Trennen und Verbinden, oder eine Ausdehnung und Zusammenziehung besteht. Das Ausdehnen allein gäbe ein Unendliches, das Zusammenziehen allein, gäbe einen mathematischen Punkt.

*) Die Philosophie hat die Neigung, Ideen in Rücksicht auf andere, immer als Begriffe zu behandeln. Zugleich knüpft sie Alles dem Höchsten an, und verwandelt dadurch unaufhörlich unsere Kenntnisse zu einem zusammenhängenden Systeme. Anders die Kunst; sie macht jedes einzelne zu einer Welt, in der sie lebt und forscht, in der sie das Höchste sucht, und in einer unerschöpflichen Mannigfaltigkeit Alles zur Einheit gestaltet.

Digitized by Google

Es besteht folgender Zusammenhang des Mannigfaltigen am Geiste: 1) Gewahrwerden (hervorbringend, Resultat von Trennen und Verbinden); 2) Reflection (besonderer innerer Zusammenhang); 3) Vernunft (allgemeiner innerer Zusammenhang). Diesem Zusammenhange des Mannigfaltigen am Geiste entspricht folgender analoger Zusammenhang des Mannigfaltigen an der Außenwelt: 1) Raum (hervorbringend, ein Resultat vom Ausdehnen und Zusammenziehen); 2) Ponderabilität (besonderer innerer Zusammenhang zwischen Ponderabeln, und dem jedesmaligen Weltkörper, wohin dieß Ponderable gehört); ferner: Cohäsion; 3) allgemeiner innerer Zusammenhang durch allgemeine Gravitation *).

§. 7.

Aus den hier zusammengestellten Fragmenten zu einem Bilde der Natur und des Zusammenhanges unseres Geistes mit derselben, mag hervorgehen, daß das Naturstudium aus der Wesenheit unseres Geistes als nothwendige Action desselben folge, und daß dieß intellectuelle Streben vorzüglich aus dem Grunde statt finden solle, um uns zu vervollkommnen, und durch innige Anschauung des höchsten Meisterwerks, worin wir selbst als integrirender Theil erscheinen, die vielseitigen Anlagen unseres Geistes zu üben. Dieß ist der hohe und unmittelbare Zweck des Naturstudiums für den Menschen, das nebstbei dem Bürger manche Vortheile gewährt. Aber nie mögen wir die Natur aus dem Grunde studiren, um alle Erscheinungen derselben auf einfache Prinzipien zu reduciren, und um hiedurch gleichsam ein bequemes Schema zu erhalten, wornach wir in den Stand gesetzt würden, auf eine bloß mechanische Weise die Wunder der Schöpfung als nothwendige Consequenzen zu bestimmen. Dieß letztere wird stets ein eitles Streben bleiben, dessen Resultate den stolzen Menschen demüthigen werden, der es unter seiner Würde achtet, dasjenige zu bewundern, was er nicht begreifen kann, und der es nicht vermag, selbst im Gefühle seiner Nichtigkeit und der hieraus hervortretenden Größe des Schöpfers, die höchste Wonne zu fühlen.

Aus dem innern Hervorrufen des Bildes der Natur im Geiste, wornach jene nicht bloß als höchste Zweckmäßigkeit, sondern zugleich als das größte Werk der Kunst erscheint, wornach sie ferners theils in abgesonderten Gruppen, theils aber auch als ein Zusammenhängendes in einander Uebergehendes, sich darstellt; aus dieser innigen Anschauung folgt, daß ein ächtes Studium derselben, gemeinschaftlich durch Verstand, Phantasie und Gefühl, also philosophisch und poetisch zugleich getrieben werden müsse, und daß hiebei keine einseitige Ansicht bloß eines Theils derselben, statt finden dürfe, sondern daß der Geist in die gesammte Natur bei seinen Forschungen zu übergehen habe **).

---

*) Link Idee zu einer philosophischen Naturkunde.

**) Dieß hindert nicht, die Philosophie der Natur in bestimmte Theile abzusondern, und hiedurch ein intensiveres Fortschreiten in den einzelnen Untersuchungen zu befördern; aber auch der sich einseitig

§. 8.

Nach dieſen Anſichten iſt dieſe Schrift verfaßt. Es werden hier, ſo gut ich dieſes zu thun im Stande war, die wichtigern Geſetze der Erſcheinungen aus der geſammten Natur ſo viel möglich in ſyſtematiſcher Ordnung, wobei ich eine Eintheiiung nach ganz eigenen Anſichten angenommen habe, vorgetragen. Hiebei wird durchgehends der Grundſatz befolgt: Jede Erſcheinung ſo vorzutragen, wie ſie ſich dem Unbefangenen Beobachter darſtelit, und nicht ſo, wie ſie etwa nach vorgefaßten Anſichten und Hypotheſen von Manchem aufgefaßt werden möchte. Bei jedem Vortrage des Geſetzes einer Erſcheinung, wird demnach jeder hypothetiſche Ausdruck ſorgfältigſt vermieden *), und es wird das Geſetz der Erſcheinung allemal ſo ausgedrückt wie dieß von demjenigen geſchehen würde, der nie von einer Theorie Etwas gehört hätte. Die Geſetze der Naturerſcheinungen dürfen nicht aus unſerm Geiſte conſtruirt werden; ſondern, dieſeiben müſſen dazu dienen, um unſern Geiſt im Denken und Dichten zu üben. Wir wollen die Natur nicht durch Gläſer von angenommener ſelbſtgewählter oder uns von Andern aufgedrungener Farbe betrachten, ſondern mit hellen Augen. Wir wollen auffaſſen, was ſich da zeigt, und wie es ſich zeigt.

Dieſe, im ſchlichten Sinne des unbefangenen Beobachters ausgedrückten Geſetze, werden dann, wo es der Mühe werth erachtet wird, als Thema der Meditation, und oft auch eines ungefeſſelten Emporſchwingens der Phantaſie verwendet. Nur bei dieſer Methode die Natur zu ſtudiren, darf man es wagen, der Einbildungskraft einen ſo freien Spielraum zu geſtatten; indem hier allemal zu den, mit unbefangenem Geiſte aufgefaßten Erſcheinungen, zurückgekehrt wird, und daher nicht zu befürchten ſteht, daß die ſonſt ſo verführeriſche Phantaſie das ganze Lehrgebäude zu einem ſchwärmeriſchen Traume umſtalten möchte. Dieſe Methode mag mit einer Aufeinanderfoige von Ausflügen verglichen werden, wobey man ſelbſt nicht ſcheut, ſich in die höchſten Regionen zu ſchwingen, da man allemal wieder zurückkehrt, um ſich von der feſtſtehenden Erde aus, neuerdings zu orientiren.

§. 9.

Wenn gleich, wie weiter oben behauptet wurde, der oberſte Endzweck des Studiums der Natur nicht jener ſeyn ſoll, dieſelbe zu ergründen, ſo müſſen wir uns nichts deſto weniger dieſes Ziel in unſern einzelnen Beſchäftigungen vorſtecken; denn, nur im Verfolgen des Unendlichen, des Unerreichbaren gelangt der Menſch zu dem Höhern.

---

mit einem ſolchen Theile Beſchäftigende möge wenigſtens eine allgemeine Ueberſicht der Philoſophie der Natur nicht vernachläſſigen, welches ihm nicht nur für ſeine humane Bildung ſondern ſelbſt für ſeine abgeſonderte Beſchäftigungsweiſe ſehr zu ſtatten kommen wird.

*) So wird z. B. bey den Geſetzen der ſogenannten Strahlenbrechung, während dem Vortrage des Geſetzes, der Ausdruck: Strahlenbrechung nicht angewendet, da dieſer ſchon die Materialität und Bewegung des Lichtes als Hypotheſe vorausſetzt.

Wenn wir im Wissenschaftlichen immer nur streben, ohne unser Ziel zu erreichen, und hiedurch gleichsam einem Phantome nachjagen; wenn wir hier immer nur aufbauen, um wieder zu zerstören; so mögen wir dieß, nicht etwa als einen über unser geistiges Wirken ergangenen Fluch, nicht als ein unglückseliges Verhängniß betrachten. Nein! dieß liegt in der Anordnung der ganzen Natur; es ist dieß überhaupt das Loos alles Vergänglichen. Hier zeigt sich durchgehends das Aufheben einer Action durch die andere. Der lebende Körper nimmt formlose Materie in sich auf, und verwandelt sie allmählich von Stufe zu Stufe, zu den feinsten organischen Gebilden; allein, hiebei bleibt es nicht stehen, sondern die unaufhörlich fortschreitende Lebensaction scheidet allmählich dieselbe Materie wieder in formloser Gestalt aus dem Organismus. Der lebende Körper übertritt, vom ersten Leben des Embryo an, allmählich in immer höhere Lebensstufen; und dieß geschieht mit einer solchen Individualität, mit einem so hohen Grade von Selbstständigkeit, mit einer solchen Aeußerung des Egoismus, mit einer so bewunderswerthen Zweckmäßigkeit, als wäre das lebende Wesen einziger selbstbedingter Zweck, dem die ganze übrige Schöpfung als Mittel dargeboten wäre. Allein, bald zeigt sich auch hier, daß die Action blos der Action wegen, bestehe, und nicht etwa um einen höchsten letzten Endzweck zu erreichen, denn der Organismus erreicht seinen Culminationspunkt, und eilt von hieraus wieder dahin, wo er im formlosen Chaos sich verliert.

§. 10.

Da es mir in dieser Schrift wesentlich darum zu thun war, die Gesetze der Naturerscheinungen, der Deutlichkeit unbeschadet, in eine möglichst gedrängte Uebersicht zu fassen, da nur hiedurch das Erscheinen der Natur als ein Ganzes aufgefaßt werden kann, trage ich allgemein bekannte Sätze nur kurz, in der Form von Aphorismen vor, und erlaube mir nur da eine mehrere Weitläuftigkeit, wo ich eigene neue Ansichten vorzutragen habe, und wo ich daher, um gehörig verstanden zu werden, mich nicht allzu kurz fassen darf. Allein auch selbst hier entwickle ich nur meine Hauptansichten, da ich vermeiden muß, den Ueberblick des Ganzen allzusehr zu erschweren.

Um jedoch neue Ansichten, deren manche ich neue Theorieen nennen darf, in ihrem ganzen Umfange vortragen zu können, und um überhaupt mit den Fortschritten in der Naturwissenschaft auch nach Erscheinung dieser Schrift in demselben Geiste und Zusammenhange fortzuschreiten; so sollen von Zeit zu Zeit Nachträge erscheinen, welche theils die neuern Entdeckungen an das hier aufgestellte System knüpfen, theils eigene Abhandlungen enthalten werden, welche als Entwickelungen mehrerer hier nur kurz angedeuteter neuer Ansichten und Theorieen zu betrachten seyn sollen. Alles in diesen Nachträgen Gesagte, soll allemal die Beziehung angezeigt erhalten, wodurch es seine gehörige Stelle in dieser Schrift behauptet.

Digitized by Google

Das Erscheinen der Natur überhaupt.

Wir sind ein integrirender Theil der Natur überhaupt. Was wir daher immer wahrnehmen, es sey in oder außer uns, wollen wir eine Naturerscheinung nennen. Bey jeder Naturerscheinung verhält sich das, in uns Wahrnehmende passiv und activ zu gleicher Zeit; denn, es empfängt den Eindruck von der Natur, nimmt ihn aber auch ins höhere Gewahrwerden auf. Der erste Impuls ist hier allemal eine Activitätsäußerung von Seite der Natur gegen das Wahrnehmende in uns, wir wollen jene Aeußerung allgemein Action der Natur oder kürzer Action nennen.

Wir dürfen annehmen, es gebe eine einzige Action der Natur; und sie trete nur unter mannigfaltigen Formen hervor; diese sollen hier, ihren allgemeinsten Umrissen nach, vorläufig skizzirt werden; und sollen uns blos dazu dienen, um einen Eintheilungsgrund für die mancherlei Erscheinungen der Natur abzugeben.

1) Es erscheinen bestimmte, geregelte, geordnete Gruppirungen, Verknüpfungen, Aggregationen, bestimmte Verhältnisse von Größe, Gestalt, Bildung, Conformation, bestimmte Verhältnisse des äußern Ansehens und sinnlichen Darstellens überhaupt an jenen Theilen gegen und unter einander, welche als zu einem Ganzen gehörig erscheinen. Diese Action heiße: Anatomismus und Plasticismus.

a) Der Anatomismus und Plasticismus äußert sich am Weltgebäude. Als Sphäroide erscheinen die Himmelskörper, und bestimmte Gruppen bilden sie unter einander *). An unserm Sonnensysteme bestehen auffallende Gesetze der Anordnung der Planeten und Trabanten gegen einander. Ja selbst die Kometen sind gegen einander und gegen die Planeten so gelagert, daß der Zweck, die möglichst größte Menge von Himmelskörpern in ungestörter Bewegung um einen Centralkörper anzubringen, deutlich hervorleuchtet.

b) Der Anatomismus und Plasticismus erscheint an unserm Planeten; seine Gestalt ist, einige kleine Unregelmäßigkeiten ausgenommen, ein regelmäßiges Sphäroid. Jene Action äußert sich aber nicht bloß an unserm Planeten selbst, sondern auch in Bezug auf ihn, an dem auf seiner Oberfläche Verbreiteten; und zwar

α) am Anorganischen. Die Gebirge behaupten ein bestimmtes regelmäßiges Streichen und Verflächen. An den verschiedenen Gebirgsformationen tritt eine höchst überraschende

*) Merkwürdig sind in dieser Hinsicht Herschels Beobachtungen über Nebelflecken und die Milchstraße, wornach ein allmähliges Entwickeln bestimmter Sterngruppen vor sich gehen soll, gleichsam ein Crystallisationsprozeß, am gestirnten Himmel.

Regelmäßigkeit in der An- und Uebereinander-Schichtung hervor, wornach es dem menschlichen Geiste möglich wurde, mit andern Naturphänomenen sehr übereinstimmende Muthmaßungen über das allmählige Entstehen der Gebirge aufzustellen; und hiedurch das große in ungeheure Felsenmassen durch die Zeit selbst geschriebene Dokument über die Geschichte unsers Planeten sowohl als des sich darauf regenden Organischen, zu enthüllen. Das Meerwasser zeigt rücksichtlich seiner Beschaffenheit eine gewisse Abhängigkeit von seiner Lage gegen unsern Planeten. Das magnetisirte Eisen ändert seine Lage nach der Verschiedenheit des Standpunktes an unserer Erde und zwar sowohl in Bezug auf den Horizont, als auf die Ebene des Meridians, u. s. w.

β) Ferners auch am Organischen. Die Abdrücke, Versteinerungen, Gerippe von Thieren und Pflanzen werden in Urgebirgen gar nicht, in Uebergangsgebirgen selten, in Flötzgebirgen, und vorzüglich in jenen der jüngsten Formation am häufigsten gefunden. Die Thonschiefersuite enthält meist vegetabilische, hingegen die Kalksuite meist animalische Ueberreste. Allein nicht bloß diese untergegangene Schöpfung weist auf eine regelmäßige Vertheilung des Organischen hin. Nein! wir entdecken diese bewunderuswerthe Regelmäßigkeit auch in der noch lebenden Welt. Troß aller Regsamkeit, troß des unwiderstehlichen Strebens nach unaufhörlicher Veränderung und Umbildung, bemerken wir hier doch bestimmte Cykeln, genau vorgezeichnete Gränzen in den Oscillationen des vitalen Zerstörens und Schaffens; so daß hier der Geist, das Ganze als ein geordnetes, und wegen der dabey hervorleuchtenden Mannigfaltigkeit und Spontaneität, als ein ästhetisches Kunstwerk mit höchstem Entzücken anstaunen muß.

γ) Der Anatomismus und Plasticismus besteht auch am Anorganischen an sich, unabgesehen sein Verhalten zu unserm Erdplaneten.

Das Flüssige erscheint als der Mutterkörper aller Form, als das aller Gestaltung Fähige, in der Körperwelt als das, was die Phantasie in uns ist, aus welcher die Ideale aus ihrem Chaos, auf die mannigfaltigste Weise gestaltet, hervortreten. Die ungeformten Mineralkörper enthalten in ihrem Bruche bestimmte Crystallisationen, und deuten hiedurch auf eine bloße gestörte Ausbildung ihrer äußern Form hin; erwecken demnach die Idee des Geordneten, so wie daß unaufhörlich in Gedanken fortgesetzte Theilen einer endlichen Größe, zur Idee von Null, zu jener vom Unendlichen, führt. Die crystallisirten Mineralkörper, welche in der categorischen Sprache der Geometrie sich uns ankündigen, gewähren uns den klarsten und tiefsten Blick in die wundervollen Geheimnisse des Anatomismus und Plasticismus. Wie erhaben durch die majestätische Einfachheit, durch das geringe Verhältniß der Mittel zum Zweck, erscheint aber erst die Aeußerung des Anatomismus und Plasticismus, wenn wir den Crystall in seinem innern Gefüge verfolgen? Die mannigfaltigsten sekundären Formen reduciren sich hier

auf einige wenige primitive; und selbst diese, lassen sich auf vielleicht eine einzige Form (das Tetraeder) der integrirenden Molekûls zurückführen.

Der Anatomismus und Plasticismus stellt sich aber nicht bloß am Ponderabeln dar, sondern auch an den zu einerlei Action gehörenden Modificationen, denen wir zwar eine fingirte Materie unterschieben können, aber nie eine ponderable Materie, z. B. am Leuchten, am elektrischen Verhalten.... So bestehen bestimmte Gruppirungen an den Erscheinungen des Lichts, der Wärme, der Elektrizität u. s. w. Dahin beziehen sich die Lichtenberg'schen Figuren am Elektrophor, die mancherlei Figuren des Schnees, nach dem jedesmaligen Zustande seiner Elektrizität. Nicht weniger gehört hierher das Farbenspectrum hinter dem Prisma, woran Newton die Aufeinanderfolge der Farben in ihren gemessenen Abständen bestimmte. Höchst merkwürdig ist hier auch noch das Phänomen der sogenannten Strahlenbrechung, wobei eine bestimmte Gruppirung des Strahles von der Oberfläche des brechenden Mittels gegen den Strahl hinter dieser Oberfläche statt findet. Eine eigne Modifikation dieser letztern Erscheinung ist jene der sogenannten doppelten Strahlenbrechung.

d) Der Anatomismus und Plasticismus spricht sich an der Pflanze aus. Höchst einfach ist hier die innere Structur; kein inneres eigentliches Organ, wie am Thiere läßt sich hier auffinden; alles zerfällt in Zellgewebe und Fasern; von Nerven und Muskel ist keine Spur. Gemme, Knospe und Blüthe erscheinen in bestimmten regelmäßigen höchst mannigfaltigen Formen. Der Saame besteht als in sich geschlossener Organismus; deutet durch seine Aehnlichkeit mit dem Ei, auf etwas gemeinsames zwischen Pflanze und Thier hin, liefert endlich nach Maaßgabe der Anordnung in den Cotyledonen die Gränzen, wornach es vielleicht einst gelingen wird, die natürliche Eintheilung der Pflanzen zu überschauen *). Die Blätter behaupten bestimmte Lagen gegen das Licht und die Erde. Die Befruchtungstheile haben im Allgemeinen eine Tendenz nach dem Strahlenförmigen.

e) Der Anatomismus und Plasticismus wird auch an den Zoophyten und Phytozoen nicht vermißt. Diese höchst interessanten Mittelwesen zwischen dem Crystallinischen und Organischen, zugleich zwischen dem Vegetabilischen und Animalischen, haben zwar, wie dieses aus der Unbestimmtheit ihres Wesens nicht anders folgen kann, sehr unbestimmte Formen, die jedoch bei genauerer Prüfung allemal auf etwas Bestimmtes hinführen, und hiedurch den Grad ihrer Verwandtschaft mit einem der drei Reiche der Natur bezeugen. Die Nervensubstanz, wodurch der Typus des höhern organischen Wirkens, somatisch dar-

*) Jussieu an den Pflanzen, Hauy an den Mineralkörpern, haben in dieser Hinsicht Bahnen eröffnet, die ein Gegenstand der unaufhörlichen Meditation und der Beobachtung bleiben werden.

gestellt erhalten wird, mangelt auch noch hier; doch kommen zuweilen schon Spuren von Muskelfasern hervor. Das Strahlenförmige ist der herrschende plastische Ausdruck. Verdauungswerkzeuge erscheinen als das einzig wesentlich innere Organ.

f) Der Anatomismus und Plasticismus stellt sich am Thiere in bestimmten Zügen unter symmetrischen Formen dar, und hat dem Menschen jenen Stempel aufgedrückt, der in der Idee das höchste Ideal der Schönheit, das Bild des Uebergangs von der Materie zum Geiste zu wecken vermag. Am Thiere ist die innere Organisation sehr mannigfaltig, und eigene verborgene innere Organe des Lebens werden hier durchgehends gefunden, zum wenigstens Herz und Darmkanal. Zellgewebe, Muskelfaser und Nervensubstanz sind hier wesentlich. Der Anatomismus und Plasticismus, spricht sich im Gehirne, im Rückenmarke, in den Nerven und Ganglien, in der Blutmasse als Eintheilungsgrund aus, wornach das lebende Individuum seinen Rang in der organischen Welt behauptet.

g) Der Anatomismus und Plasticismus zeichnet das Organische überhaupt vom Anorganischen sehr deutlich aus. Dort besteht im Allgemeinen eine in sich geschlossene Form, eine krummlinigte Begränzung; hingegen hier eine individuelle Ausbildung, bloß nach einer Seite hin, die Form des vom Erdkörper losgerissenen nach der andern hin, dabei geradlinigte Begränzung. Dort deutet demnach die hier betrachtete Action der Natur auf ein eigenes selbstbestehendes Seyn, auf einen Selbstzweck, auf Individualität, auf das Unendliche in der Form hin; hingegen hier auf ein bloßes Aggregat des Erdplaneten, auf das Vollendete, auf das Endliche in der Form (die krumme Linie ist nur durch unendlich viele Punkte bestimmt, hingegen die gerade durch zwey Punkte).

2) Die gegen einander unter bestimmten Gruppen angeordneten Theile eines Ganzen, verharren nicht in todter Starrheit in einem unabänderlichen Lagerungsverhältnisse gegen einander; die Natur erscheint nicht als ein vollendeter Crystall. Nein! es lebt und regt sich in derselben, und als die unterste Stufe des Lebens der Natur, läßt sich die mechanische Bewegung der Theile, die zu einem Systeme gehören, gegen einander, oder doch das Bestreben zu einer solchen Bewegung, welches sich durch einen jedesmaligen Druck äußert, betrachten. Diese Action der Natur, welche sich theils auf wirkliche Bewegung, theils auf ein bloßes Bestreben nach einer solchen Bewegung bezieht, heiße Mechanismus.

a) Der Mechanismus äußert sich an jedem Systeme von materiellen Punkten, und in Erforschung der Gesetze dieser Action hat wohl der Mensch die auffallendsten Beweise seines Genie's und seiner höhern Abkunft gegeben. Hieher gehören die erhabnen und

einfachen Gesetze der Mechanik, wornach der Stein gegen die Erde fällt, wornach Welten um Welten nach den bestimmtesten Cykeln sich wälzen.

b) Der Mechanismus äußert sich am Weltgebäude nach so unabänderlichen Gesetzen, unter einem so unverkennbaren Gepräge von Zweckmäßigkeit, daß jede neue Erkenntniß hierin, den Schöpfer laut verkündet, und zum höchsten Gefühle von Bewunderung stimmt, uns von der Kleinheit unserer selbst gegen ihn, und zugleich von der Größe unserer selbst gegen das Geschaffene, im höchsten Grade überzeugt. Sehr wahrscheinlich besitzt jeder der Fixsterne seine Planeten, wie unsere Sonne; sehr wahrscheinlich bewegt sich unser Sonnensystem mit andern Sonnensystemen um einerlei Centralkörper; sehr wahrscheinlich bewegt sich dieses Fixsternsystem wieder um einen Centralkörper; und hier verliert sich die Phantasie im Unendlichen.

c) Der Mechanismus zeigt sich an unserm Planeten selbst. Man erinnere sich nur an die tägliche und jährliche Bewegung, an das Zurückweichen der Absiden, an die Nutation der Erdaxe. Allein, diese Action der Natur äußert sich nicht bloß an unserm Planeten unmittelbar, sondern eben so sehr an alle dem, das sich an der Erdoberfläche befindet, bezogen auf die verschiedenen Standpunkte an diesem Planeten; und zwar:

α) Am Anorganischen. Die Schwerkraft, die magnetische Anziehung sind nach Maaßgabe der Standpunkte an unserm Planeten verschieden. Ebbe und Fluth befolgen ihren bestimmten Periodismus; eben so die mancherlei Passatwinde.

β) Am Organischen. Die Thiere welche bei Eintreten der Kälte ihre Heimath verändern, befolgen hier bestimmte Gesetze u. s. w.

d) Der Mechanismus besteht aber auch am Anorganischen für sich, unabgesehn dessen Verhältniß zu unserm Planeten. Hieher gehören die Erscheinungen der Cohäsion, Adhäsion, Capillarattraction, der Schwere, der elektrischen und magnetischen Anziehung und Abstoßung; ferner der Druck, welchen die Gasarten ausüben, wenn sie aus einem größern in einen kleinern Raum zusammengepreßt werden, so wie die Expansivkraft der dunstförmigen Flüssigkeiten bei verschiedenen Graden der Temperatur. Auch die Erscheinungen des Verdünstens gehören in gewisser Hinsicht hieher, indem hier ein Entweichen, folglich eine Bewegung vor sich geht. Eben so ließen sich hier jene Bewegungserscheinungen anführen, welche bei chemischen Processen statt finden, u. s. w.

e) Der Mechanismus tritt an der Pflanze hervor. Schon das Wachsen der Pflanze ist eine Action, worin sich der Mechanismus, wenigstens nebenher, thätig äußert. Es finden aber auch an den vollendeten Theilen der Pflanze ganz eigene Bewegungen statt; manche Blumen sind stets der Sonne zugewandt und folgen daher ihrer Bewegung. Bei andern läßt sich ein regelmäßiges Oeffnen und Schließen zu bestimmten Tags-

Digitized by Google

zeiten bemerken. Bei gewiſſen Pflanzen reicht die bloße Annäherung eines Theils unſers Körpers hin, um eine Art von krampfhafter Zuſammenziehung an derſelben hervorzubringen, wie an der Mimosa pudica, am Noli me tangere. Der Saft in den Pflanzen iſt während ihrer ganzen Vegetationsperiode in ſteter Bewegung. Wird einer der Behälter des gefärbten Saftes verletzt, ſo erfolgt eine Art von Contraction, wodurch ein Theil des gefärbten Saftes mit Gewalt herausgedrückt wird, u. ſ. w.

f) Der Mechanismus läßt ſich an Zoophyten und Phytozoen nicht weniger bemerken; ja bei den Zoophyten kann man ſogar einen geringen Grad von willkührlicher Bewegung wahrnehmen; wie z. B. an den Infuſionsthierchen.

g) Der Mechanismus äußert ſich am Thiere ſehr auffallend, man möchte ſagen unter ſeinem höchſten Adel, indem hier allemal ein minderer oder höherer Grad von Spontaneität zum Grunde liegt. Dieſe letztere finden wir bei tieferer Ergründung der animaliſchen Regſamkeit nicht bloß in den ſogenannten willkührlichen Bewegungen, ſondern auch ſelbſt in den unwillkührlichen; jedoch bezieht ſich bei dieſen letztern, die Spontaneität nicht auf den Willen des Thieres, ſondern auf den Zweck des Bildungstriebes, welcher durch die unwillkührliche Bewegung erreicht werden ſoll. Es liegt alſo in den unwillkührlichen Bewegungen zum wenigſten ein Analogon von Spontaneität, welches auch den Zoophyten, Phytozoen und Pflanzen zuerkannt werden muß. Merkwürdig ſind die Bewegungen des Blutes in den Venen und Arterien ſo wie überhaupt die Bewegung der ſo mancherlei Säfte im thieriſchen Körper; nicht minder die Bewegungen des Athmens und des Herzens, jene des Magens und der Gedärme, u. ſ. w.

Müſſen wir bei Betrachtung des Weltgebäudes das Unendliche in der Größe und die weiſe Anordnung in den Verhältniſſen anſtaunen, ſo führt uns eine innige Betrachtung ſelbſt nur des Syſtems von Bewegungen an irgend einem lebenden Individuo dahin, einzuſehen, daß wir nichts begreifen, und uns begnügen müſſen, das große Wunder bloß in ſeinen Reſultaten kennen zu lernen. Dort konnten wir den Scharfſinn und die Klugheit des großen Rechners bewundern, der den ungeheuern Maſſen jene Bewegungen vorzuſchreiben wußte, die durch die kleinſten Theile von Sekunden beſtimmt ſind; wir konnten ihn als einen unbegreiflich großen Geometer erkennen. Hier hingegen wird alle Geometrie, Alles, was wir im Geſetze der Bewegung zu faſſen vermögen, zu Schanden, und wir müſſen hinter dieſen Erſcheinungen etwas Geheimnißvolles, Unbegreifliches, dem Calcul nicht Unterwerfbares ahnden.

Nicht minder merkwürdig und im höchſten Grade unerklärbar, ſind die willkührlichen Bewegungen, an denen wir weiter kein Geſetz aufzufaſſen im Stande ſind, als daß dabei für jedes lebende Individuum gewiſſe Gränzen in der Größe und Dauer ſtatt finden, und daß das Vermögen einen Druck auszuüben, abnimmt, wenn die Geſchwin-

Digitized by Google

digkeit wächst. Die Geometers haben es gewagt, das letzte Gesetz, wie wir weiters hin sehen werden, durch Formeln auszudrücken; in wie ferne die Formel hier der Wirklichkeit entspreche, will ich nicht entscheiden.

b) Der Mechanismus erscheint, wie wir gesehen haben, am Organischen überhaupt in seiner höchsten Fülle. Betrachten wir irgend ein System von zusammenhängenden Massen, wobei wechselseitige Bewegungen der Körper gegen einander statt finden, so hindert uns die fortwährende Veränderung in der Gruppirung der Theile gegen einander (z. B. der Planeten und Trabanten gegen die Sonne und gegen einander), nicht, ein solches Massensystem als eine bestimmte Sache anzuerkennen. Betrachten wir hingegen ein organisches Wesen z. B. eine sich entfaltende Knospe, so bemerken wir hier, wenn wir ja den Gegenstand eines innigen Erforschens würdigen, nicht bloß beständige Veränderungen in den Lagen gewisser, ihrer Identität nach beständiger Massen gegen einander, nicht nur ein unaufhörliches Umwandeln im plastischen Ausdrucke, in Farbe, Geruch und andern sinnlich wahrnehmbaren Aeußerungen; sondern überdieß noch, wegen der unaufhörlichen Assimilation und Ausscheidung, ein fortgesetztes nie stille stehendes Verändern der Masse, nicht bloß in Quantität und Qualität, sondern sogar ihrer Identität nach; und dieß nicht etwa bloß an den sich bewegenden Säften, sondern in allen, selbst den kleinsten Theilen, die gleichsam das Skelett der Pflanze darstellen. Verlieren wir uns in dieser Betrachtung weiter, und fragen uns, was wir bey der sinnlichen Betrachtung z. B. der sich entfaltenden Knospe denn eigentlich betrachten? so müssen wir gestehen, daß wir es selbst nicht wissen, daß wir eigentlich keine bestimmte Sache vor uns haben, sondern, daß wir uns in die Lage versetzen, die Action der Natur dergestalt auf uns einwirken zu lassen, daß in uns die Vorstellung jenes Lebensbildes entsteht, welches sich auf den successiven Entwurf bestimmter veränderlicher Lebensbilder bezieht, und zwar für einen bestimmten Augenblick, welcher aus der zum Entwurfe dieser Lebensbilder bestimmten Periode einzeln herausgehoben wird.

3) An den Erscheinungen der Natur enthüllen sich uns nicht bloß bestimmte und höchst mannigfaltige Gruppirungen und Aggregationen, nicht bloß die verschiedensten Bewegungen und die mannigfaltigsten Systeme der Bewegung, sondern die Objecte erscheinen uns unter so verschiedenen Eigenschaften, daß wir geneigt wären, eigenthümliche qualitative Verschiedenheiten unter den Körpern anzunehmen. Wir bemerken in vielen Fällen, daß bei dem Zusammenkommen und wechselseitigen Durchdringen mehrerer als verschieden erscheinender Substanzen, eine combinirte Substanz sich bildet, welche gleichsam als neu geschaffen sich darstellt, und (was im höchsten Grade auffallend ist), sehr oft nicht das Geringste von jenen Eigenschaften besitzt, welche den getrennten Substanzen vor ihrer Verbindung zukommen. Wir bemerken ferners, daß in vielen Fällen, die eine oder

die andere der solchermaßen unter einander verbundenen Substanzen, durch bestimmte äußere Einwirkungen aus ihrer Verbindung in ihrer primitiven Reinheit austritt, und ganz wieder das ist, was sie vor ihrem Eintritte in die combinirte Substanz war. Zu gleicher Zeit erleidet der Rest der combinirten Substanz eine totale Veränderung in seinem Verhalten. Die Action der Natur, welche uns dergleichen Erscheinungen darstellt, wollen wir, wenn dabei keine Spur von höherer Lebensthätigkeit (die wir bei organischen Körpern antreffen) vermuthet werden darf, den Chemismus nennen.

a) Der Chemismus äußert sich allgemein in der ganzen Natur, und ein tieferes Eindringen in diese, uns noch so unbekannte Action würde die Philosophie der Natur in hohem Grade beleuchten.

b) Der Chemismus äußert sich am Anorganischen in seiner größten Reinheit, jedoch erleidet er auch schon hier mancherlei Perturbationen in seiner freien ungestörten Ausübung. Cohäsion, Licht, Wärme, Elektrizität und so manche andere Actionen der Natur, die zu ihren noch unenthüllten Mysterien gerechnet werden müssen, mögen in den allermeisten Fällen die Tendenz des reinen Chemismus vereiteln.

c) Der Chemismus ist zwar auch am Organischen thätig; allein wie sehr wird hier diese Action in ihrer Ausübung durch die höhere Lebensaction modificirt?

Man hat es versucht die Erscheinungen des Lebens druch Gravitation, Capillarattraction, und Chemismus zu erklären; man hat es versucht, die Gesetze vom Crystalle, auf das Infusionsthierchen, und von da auf Gottes Ebenbild den Menschen zu übertragen; allein, dergleichen Systeme trugen auch immer nur das Gepräge des Todes, des starren insipiden Crystalls. Man bewies hiedurch, daß, wenn der Mensch das Unbegreifliche des physischen und geistigen Lebens in jene engbegränzten Formeln einzwängen will, die allein sein eingeschränkter Verstand anzusetzen vermag, daß er dann nichts Besseres liefern könne, als ein unregsames Skelett, der doch so geistigen, in ihrem Schaffen und Zerstören so unerschöpflichen Action der lebenden Natur. Aus Formeln, geometrischen Figuren und Retorten, wird nie eine lebende Natur hervorgehen, eben so wenig als aus den krampfhaften Zuckungen am Froschapparate. Von einem erhabnern Standpunkte aus, mit einer lebendigern Ansicht, ist in neuern Zeiten die Naturphilosophie in das Wesen der Natur gedrungen; sie hat uns von der sklavischen einseitigen Berücksichtigung der trägen Materie entfesselt, hat uns gelehrt, geistigere Gesichtspunkte aufzufassen; in der gesammten Natur die Wesenheit unsers Geistes abgespiegelt zu erblicken; nur ist es zu bedauern, daß eine in dieser Lehre durchgehends herrschende Schwärmerei, ein zu entschiedenes Vorwalten der Poesie über die Philosophie; daß zu gewagte Behauptungen, da, wo nur geforscht werden sollte, diese höchst verführerische Lehre, der ihr so nothwendigen Gründlichkeit berauben mußten.

Digitized by Google

4) Aus dem Zusammentreten und einem wechselseitigen Vermischen mehrerer Substanzen von verschiedenen Eigenschaften, entsteht nicht allemal eine Substanz, die in ihrer vollen Individualität als ein neues Wesen hervorzutreten scheint; sondern sehr häufig äußert der solchermassen gebildete Körper weiter nichts, als ein Aggregat jener Eigenschaften, welche den einzelnen Substanzen vor ihrem Zusammentreten zukommen. Zuweilen ist die Vermischung so unvollkommen, daß man im Stande wäre, die verschiedenen Theile bloß mechanisch von einander zu sondern. Oft ist aber die Vermischung so innig, daß, in dem Gemische, die verschiedenen Theile auf keine Weise von einander unterschieden werden können. Die Action der Natur, welche die Erscheinungen dieser Art uns darstellt, wollen wir, da sie sich auf eine Combination bezieht, Combinationismus nennen.

Der Combinationismus äußert sich sehr häufig. Die atmosphärische Luft erscheint als ein bloßes Gemenge aus Stickgas, Sauerstoffgas, Kohlensäurengas und Wasserdämpfen. Das Wasser, und vermuthlich alle tropfbaren Flüssigkeiten enthalten die in der atmosphärischen Luft unter einander gemengten Gasarten, blos mechanisch beygemengt. Die Crystalle enthalten Wasser blos mechanisch in sich eingeschlossen, welches, wie Berzelius dies sehr deutlich unterscheidet, mit dem chemisch gebundenen Wasser nicht verwechselt werden darf. Das Holz enthält Feuchtigkeit in sich eingeschlossen, worüber Rumforts interessante Erfahrungen vorkommen werden u. s. w.

5) Die Actionen der Natur, wodurch die Erscheinungen von Wärme, Licht, Elektrizität, Galvanismus, Magnetismus u. dergl. entstehen, wollen wir, da sich diese Actionen durch keine ponderable Materie erklären lassen, da sie sich vielleicht blos auf Veränderungen eines Zustandes beziehen, in eine einzige Action zusammengefaßt, den Imponderabilismus nennen.

Der Imponderabilismus mag sich wohl allenthalben äußern, wenn wir gleich in vielen Fällen diese Aeußerung nicht wahrnehmen; in andern Fällen sie nicht zu deuten wissen. Die Wärme nimmt ab, wie wir uns über das Meeresniveau erheben; daher in bestimmten Höhen ein ewiger Schnee; diese Höhen sind jedoch von der jedesmaligen geographischen Breite, und wohl noch von andern Nebenumständen abhängig, und hiernach läßt sich eine Curve des ewigen Schnees construiren. Ueber eine gewisse Höhe hinaus wird aber der Wärmegrad constant für alle Breiten, so wie er es über eine gewisse Meerestiefe hinaus ist. Die Wärme wird erregt durch Reiben, Brennen, bei chemischen Processen, u. s. w.; sie wird aber auch von einem Körper dem andern mitgetheilt, wenn diese Mittheilung nicht gehindert wird. Die Wärme hat einen entschiedenen Einfluß auf Ausdehnung der festen Körper, und auf die Expansivkraft der dunstförmigen und permanent elastischen Flüßigkeiten.

Bei der Beleuchtung scheint es allemal, als wäre ein Körper activ, der andere passiv, und als verbreite sich die Activität gegen den passiven Körper hin, in gerader Linie,

und zwar ohne Unterbrechung in dieser Bahn. Merkwürdig sind die Phänomene der einfachen und doppelten Strahlenbrechung des prismatischen Farbenbildes, und überhaupt das Erscheinen der Farbe. Der Einfluß des Lichts auf Vegetation ist unverkennbar. Licht und Wärme zeigen oft wunderbare Analogien in ihren Erscheinungen.

Elektrisirte Körper ziehen einander an, oder stossen einander ab. Der Einfluß der Elektrizität auf chemische Processe, auf Crystallisation scheint unläugbar.

Der Galvanismus zeigt in seinen Erscheinungen große Analogie mit jenen der Elektrizität, vielleicht auch mit dem Magnetismus. Er äußert sich als das thätigste Agens bei chemischen Processen, und erscheint vorzüglich bei Berührung ungleichartiger Metalle, vielleicht bei Berührung aller Körper unter einander, bei denen eine bedeutende Verschiedenheit in der Leitungsfähigkeit besteht.

Das Anziehen und Abstossen der Magnete, die Polarität derselben, die so mancherlei Variationen unterworfen ist, und wobei man einen bestimmten Periodismus vermuthen darf, sind unbegreifliche, höchst wundervolle Erscheinungen der Natur.

6) Der Dunstkreis unseres Planeten ist einer unausgesetzten Veränderlichkeit unterworfen; nimmt fortwährend neue Theile in Dampf- und Gasgestalt in sich auf, giebt sie in veränderter oder unveränderter Gestalt auf die mannigfaltigste Weise wieder zurück, und stellt so, beinahe wie ein lebendes Wesen, ein unaufhörliches Assimiliren und Ausscheiden dar.

Daß der Chemismus und Imponderabilismus hiebei wichtige Rollen spielen, läßt sich kaum läugnen; indeß scheint es nicht, daß man die Resultate der atmosphärischen Thätigkeit, lediglich als Aeußerungen des Chemismus und Imponderabilismus betrachten dürfe. Sei nun dem wie ihm wolle; wir tragen in dieser Schrift, unserm vorgefaßten Plan gemäß, die Gesetze der Erscheinungen, nach einer solchen Ordnung vor, welche sich auf die Erscheinungen selbst beziehen, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, ob dabei diese oder jene Erklärungsweise statt finden müsse. Diesem zu Folge fassen wir sämmtliche im Dunstkreise unsers Planeten vorfallende Erscheinungen unter einerlei Gesichtspunkt zusammen, und nennen die uns unbekannte Action der Natur, welche diese Erscheinungen uns darstellt, den Meteorismus.

Der Meteorismus äußert sich am Thaue, Regen, Schnee, Hagel, Donner und Blitze, an den feurig meteorischen Erscheinungen, an den veränderlichen Graden der Expansivkraft der Atmosphäre, wie uns barometrische Beobachtungen beweisen, u. s. w.

7) Die Action der Natur, welche den Erscheinungen des Lebens zum Grunde liegt, wollen wir den Organismus nennen.

Unvermögend, die Lebenserscheinungen, an denen das Unendliche im Schaffen, Bilden und Umwandeln, hervortritt, in bestimmte Gränzen zu fassen; unfähig, dieß Wunder

Digitized by Google

der Natur, bei deſſen bloſſer Betrachtung, ſich Verſtand und Phantaſie in das Chaotiſche des Denkbaren verlieren, beſtimmt zu definiren; begnüge ich mich, hier bloß durch einige Impulſe das Bild der Lebenserſcheinungen in der Idee zu wecken.

Die Idee vom Leben muß ſelbſt lebendig ſeyn; der Verſtand allein vermag bloß das ſtarre, todte Gerippe, das unregſame Skelett, gleichſam nur die perſpectiviſchen Linien im Gemählde zu beſtimmen; die Phantaſie muß erſt das Gemählde beſeelen.

Richten wir unſere Blicke 1) auf die bildſame, rohe, unbelebte Materie*); 2) auf das Cryſtalliniſche, und 3) auf das Organiſirte: ſo treten folgende Hauptmomente des Verhaltens hervor: 1) Zuſammenhang der Theile unter einander. Totaltendenz, als bloßes Aggregat der den Theilen zukommenden einzelnen Tendenzen. 2) Zuſammenhang der Theile unter einander. Totaltendenz als etwas für ſich Beſtehendes, gegen die einzelnen Theile ſich gebietend Aeußerndes, und hiernach dieſe als bloße Materialien zu einem Ganzen verwendend. Die Tendenzen am verſchiedentlich Gebildeten, das an einem und demſelben Ganzen erſcheint, treten nicht als ſich wechſelſeitig unter einander beſtimmend auf (an einerlei Cryſtallmaſſe erſcheinen die einzelnen cryſtalliniſchen Theile als von einander unabhängig ſelbſt den primitiven Formen nach, wenn die Cryſtallmaſſe als ein Conglomerat von verſchiedenen Cryſtallen erſcheint) Activität bis auf eine gewiſſe Gränze hin, dann eintretende Ruhe, kein ferneres Fortbilden. 3) Zuſammenhang der Theile unter einander. Totaltendenz als etwas für ſich Beſtehendes gegen die einzelnen Theile ſich gebietend Aeußerndes, und hiernach dieſe als bloße Materialien zu einem Ganzen verwendend. Die Tendenzen, am verſchiedentlich Gebildeten, das an einem und demſelben Ganzen erſcheint, treten als ſich wechſelſeitig unter einander beſtimmend auf (durch die Theile beſteht und beſtimmt ſich das Ganze, und umgekehrt durch das Ganze jeder einzelne Theil; in ſich geſchloſſener Zuſammenhang, ſich ſelbſt bedingende Schöpfung, wenn gleich noch immer abhängig von der Auſſenwelt; Mikrokosmus im Makrokosmus). Die Activität kennt hier keine Gränze; unaufhörliches Umwandeln, Bilden, Vernichten und Schaffen, fortwährende Tendenz am Objectiven, den Typus des Subjectiven zu wecken (beſtändige Aſſimilation und Ausſcheidung), das Lebloſe zu beleben, das niedere Leben zum höheren zu erheben, und ſolchergeſtalt das Herrſchen über die ganze Natur laut zu verkünden. Krummlinigte Begränzung, und daher der Ausdruck des Unendlichen ſchon in der Form.

Die Lebensaction des organiſchen Körpers äußert ſich als Tendenz nach unaufhörlicher Umſtaltung in zweierlei Rückſichten. 1ſtens unaufhörlich übertritt er aus einem

*) Leblos heißt hier nicht abſolut leblos; denn wer mag entſcheiden, ob irgend ein Körper, abſolut leblos ſei; vielleicht ſind alle ſogenannten unorganiſchen Körper ſolche, in denen nur ein niederes Leben beſteht; in denen der Typus zur Lebensaction nur in einem äußerſt ſchwachen Grade geweckt iſt; welche daher lieber pſeudoorganiſche oder ſuborganiſche Körper genannt werden ſollten.

Lebensbilde ins andere, unaufhörlich ändert sich an ihm das Darstellende. 2tens unaufhörlich ändert er mit den Materialien (der formlosen Lebensmaterie) mittelst welcher er darstellt (beständiges Assimiliren und Ausscheiden) hier zeigt sich das Einwirken auf das Objective als Selbstzweck, da das bereits Assimilirte aus dem Organismus treten muß, um assimilirter Materie Platz zu machen, gegen welche der Organismus sich wieder thätiger äußern kann; hier äußert sich die Tendenz nach unaufhörlicher Ausübung, des Beherrschens gegen das Objective. Was hier zwischen dem einzelnen organischen Körper und der formlosen Lebensmaterie besteht, findet statt, zwischen dem ganzen Weltorganismus und den organischen Körpern. Gebohrenwerden, Zunehmen, Abnehmen, Sterben ist nichts Anderes, als im Weltorganismus aufgenommen, assimilirt, ausgeschieden werden; die dynamische Wechselwirkung besteht unter allen einzelnen organischen Körpern nach einem allgemeinen Organisationstypus eben so, als die dynamische Wechselwirkung unter allen Theilen im einzelnen organischen Körper nach einem speziellen Organisationstypus. Diesen Ansichten gemäß darf (strenge genommen) die wirkliche Lebensaction am organischen Körper (die Entwerfung bestimmter successiver Lebensbilder) nicht bloß als Resultat der successiven Umstimmungen der Typen am organischen Körper und an der formlosen Lebensmaterie betrachtet werden; indem gesagtes Resultat durch die dynamische Wechselwirkung aller Theile des Weltorganismus, Anomalieen erleidet; eben so wie ein Planet um die Sonne keine vollkommene Ellipse beschreibt, sondern in seiner Bahn jene Perturbationen erleidet, welche der Gravitation des Planeten gegen alle übrigen Himmelskörper, zugeschrieben werden müssen.

Das höhere Wirken, das Beherrschen der Natur äußert sich am organisirten Körper auffallend dadurch, daß die aus den successiven Umstimmungen der jedesmaligen zwey Typen (zur Lebensaction im organisirten Körper, und in der formlosen Lebensmaterie), resultirende wirkliche Lebensaction (Entwerfung successiver Lebensbilder), von einer normalen Lebensaction, nur sehr unmerklich abweicht, wenn gleich die in die Sphäre der vitalen Wechselwirkung getretene formlose Lebensmaterie von sehr verschiedener Natur ist. Die Anomalieen vom normalen Typus sind um so unmerklicher, auf einer je höhern Stufe des Lebens der organisirte Körper steht (so entwickelt sich der menschliche Körper nach einem, bestimmten Gesetze der Continuität, bei dem verschiedensten Einflusse von Nahrung und Klima).

Hier zeigt sich nehmlich ein Vorwalten am Typus des organisirten Körpers. Allein, auch hier finden Gränzen statt. Der normale Typus kann solche Anomalieen erleiden, daß hierdurch ein Typus entsteht, zur Entwerfung successiver Lebensbilder von ganz neuer Art, nach einem ganz neuen aber energisch ausgesprochenen Gesetze der Continuität; dieß zeigt sich an ausgearteten organisirten Körpern, welche immer noch die Außenwelt

Digitized by Google

beherrschend hervortreten. Sind die Anomalieen von der Art, daß das dem Entwurfe successiver Lebensbilder, entsprechende Gesetz der Continuität sich nur schwach und verworren ausspricht, so besteht am Typus des organisirten Körpers der Charakter der Zufälligkeit der Passivität; die Lebensaction des organischen Körpers ist geschwächt; es besteht ein krankhafter Zustand *). Im Tode erreicht der Charakter von Passivität sein Maximum; hier übergehen die Theile des Leichnams in die verschiedensten niedern und höhern Formen des Lebens (erscheinen als Schimmel, Byssus, Infusionsthierchen, als assimilirte Theile in Pflanzen und Thieren . . . . .) nach Maaßgabe der auf sie von Außen einwirkenden Potenzen.

Am anorgisch Gebildeten besteht die eigenthümliche crystallinische Form, nicht ringsum nach allen Seiten hin, indem diese crystallinische Form nach jener Seite hin, wo das anorganisch Gebildete mit dem Erdkörper verbunden ist, in jene Form übergeht, welche dem Erdkörper in diesem Verbindungspunkte entspricht.

Am organisch Gebildeten hingegen besteht ringsum nach allen Seiten hin die eigenthümliche Organisationsform, wodurch sich das organisch Gebildete von dem es umgebenden (Erde, Wasser, Luft) scharf absondert. Nichts desto weniger deutet die Organisationsform auf die Nothwendigkeit hin, mit Erde, Wasser und Luft in unmittelbarer Relation zu stehen, wie dieß aus den Functionen der Wurzelfasern der Einsaugungsgefäße überhaupt . . . . erhellt. Sollen wir die Idee aussprechen, welche in diesen Naturerscheinungen verkörpert dargestellt wird, so erscheint das anorgisch Gebildete als zu einzelnen Standpunkten des Erdkörpers, hingegen das organisch Gebildete als zum Erdkörper überhaupt gehörend.

Diese letztern Betrachtungen führen zu Folgendem: Das Erscheinen als zu einem Andern gehörend, erhält, durch die Modificationen des Zusammenhanges folgende Beziehungen: 1stens Zu einem einzelnen Theile eines Himmelskörpers gehörend (durch Cohäsion); 2tens Zu einem Himmelskörper überhaupt gehörend (durch Ponderabilität); 3tens Zum Weltall gehörend (durch Imponderabilität). Das Erscheinen als zu einem Andern gehörend erhält durch die Modificationen der Form folgende Beziehungen: 1stens Zu einem einzelnen Theile eines Himmelskörpers gehörend (durch Crystallform); 2tens Zu einem Himmelskörper überhaupt gehörend (durch Organisationsform); 3tens Zum Weltall gehörend (durch ideale Form). Die ideale Form, im Geiste geschaffen, bezieht sich nicht ausschließlich auf irgend einen Himmelskörper, nichts

*) Umgekehrt läßt sich aber der krankhafte Zustand überhaupt nicht als jener definiren, wo (für den Entwurf successiver Lebensbilder) das Gesetz der Continuität unbestimmt und verworren ausgesprochen ist; dieß Gesetz kann sehr bestimmt und energisch ausgesprochen seyn, und dabei doch auf eine abnorme Weise.

Digitized by Google

deſto weniger aber bezieht ſie ſich auf die Körperwelt, indem ſie allemal nur aus dem Raume hervorzutreten vermag. Dieſe wenigen Betrachtungen mögen einſtweilen hinreichen um das Bild der Lebenserſcheinungen im Geiſte hervorzurufen. Die vollendete Conſtruktion dieſer Idee kann nicht bloß durch Worte bewerkſtelligt werden; der Geiſt kann dadurch nur geſtimmt werden, mit andächtiger Aufmerkſamkeit, und in der Demuth des bloß Forſchenden, in einem Reiche, wo der Geiſt nur bewundern, aber nie begreifen kann, ſich umzuſehen, und mit unbeſtochenen Augen, ohne vorgefaßte Meinung, zu erblicken, was ſich da zeigt. Die Geſetze, welche es dem Menſchen gelang der lebenden Natur abzuſpähen, ſo wie die Muthmaßungen die er hie und da über das Weſen der lebenden Natur wagen durfte, ſollen weiterſhin vorgetragen werden.

a) Der Organismus erſcheint an Pflanzen, Zoophyten und Phytozoen, ſo wie an Thieren. Merkwürdig ſind hier die Erſcheinungen der Reizbarkeit, Receptivität, des Reactionsvermögens. Zu dem höchſten Erſtaunen ſtimmt die Betrachtung über den ſtatt findenden Beharrungsſtand am totalen Weltorganismus, trotz der Zufälligkeit der äußern Einwirkungen. Schwer iſt es, die Gränzen der lebenden Natur genau und ſcharf zu beſtimmen; und eben ſo ſchwierig anzugeben, wo ein Reich der lebenden Organismen in das andere übergeht; indeß gewährt das Wenige, was hierüber bisher entdeckt worden, einen höchſt erfreulichen Ueberblick, und berechtigt zu den ſchönſten Hoffnungen. Höchſt auffallend iſt es, in allen Reichen der lebenden Natur an ſo mancherlei Individuen Organe zu entdecken, die als zweckios erſcheinen, in ſo fern man dieſelben als bloße Werkzeuge für die mancheriei Lebensfunctionen betrachtet. Allein ein weiteres Forſchen, ein inneres Eindringen in die Natur zeigen, daß die Organe nicht bloß als Werkzeuge dienen, ſondern daß der Typus des Bildungstriebes am ganzen Weltorganismus auch bloß in ſeiner plaſtiſchen Action ſeinen eigenen Plan verfolgt, und in dem großen, uns bloß in Bruchſtücken dargeſtellten Gemählde, beſtimmten äſthetiſchen Geſetzen, folgt. Dergleichen höhere Anſichten, wo man ſich nicht mit dem kurzſichtigen Blicke der die Natur ſo engherzig betrachtenden Materialiſten begnügt, führen zur höchſten Bewunderung der Natur und ihres Urhebers, daß ſelbſt die phyſiſche und geographiſche Verbreitung der lebenden Geſchöpfe beſtimmten Geſetzen unterworfen iſt, führt abermals zu der entzückenden Ueberzeugung, daß die Schöpfung ein geregeltes Kunſtwerk iſt, und nicht die Wirkung des blinden Schickſales. In den Gebirgsformationen und den darin verborgenen Ueberreſten organiſcher Weſen, leſen wir die große Geſchichte der auf einander folgenden organiſchen Umwandelungen; und wenn hier gleich Manches dem einſeitigen Philoſophen oder Geometer als bloße Hypotheſe, auf die er verachtungsvoll herabblickt, erſcheinen mag, ſo iſt uns doch wenigſtens hiedurch eine Bahn zu höchſt intereſſanten Unterſuchungen geöffnet, erhaben genug, um den Geiſt des Menſchen

Digitized by Google

durch eine seiner selbst würdige Beschäftigung zu adeln, und der Phantasie die reizendsten Bilder zu liefern.

Wundervoll treten die nicht zu läugnenden, wenn auch unserm schwachen Verstande nicht begreiflichen, Gesetze der Sympathie und des Antagonismus hervor, und eben so das Analogon von Spontaneität, das sich in der organischen Oekonomie durchgehends nach einem gewisse Zwecke hin, äußert. Sehr scharfsinnig erscheint in dieser Hinsicht die Meinung, daß die verschiedenen Organe es nicht unmittelbar seien, welche die in ihnen bemerkbaren Umwandlungen hervorbringen, indem ja sie selbst ein Resultat des Lebensprincipes sind, wornach der ganze organische Körper sich bildete. Mancherlei Metastasen bestätigen diese Meinung. Zu weich folgereichen Betrachtungen, führen endlich die über die Entstehung des Schimmels, der Infusionsthierchen ..... so häufig angestellten Beobachtungen? zeigt sich hier nicht das Leben als etwas, auf keine Weise Zerstörbares? als eine bloße Aeußerung nach Darstellen, ohne sich Gränzen in der Zeit und Mannigfaltigkeit vorschreiben zu lassen?

b) Der Organismus äußert sich an den Pflanzen insbesondere. Dieß bezieht sich auf deren Bau, Assimilation, Ausscheidung, Saftbewegung, auf den, den Pflanzen so ausnehmend wichtigen Einfluß von Licht, rücksichtlich ihrer Intensität und Qualität; ferners der Wärme, rücksichtlich ihrer Verlängerungsaction. Ueberdieß gehören hieher die Fortpflanzungsmethoden durch Gemmen, Zwiebel, Knollen, Saamen, welche letztere auf eine höchst merkwürdige Art in der Periode der Blüthe entstehen, und im Keimen eine höchst interessante Function der vegetativen Oekonomie ausüben.

c) Der Organismus äußert sich an den Zoophyten und Phytozoen. Erscheint hier gleichsam unentschieden in seiner Thätigkeit und führt das Gepräge der Zufälligkeit und Abhängigkeit mit sich.

d) Der Organismus äußert sich an den Thieren. Merkwürdig ist der äußere und innere Bau, wobei vorzüglich das Plastische an Gehirn, Rückenmark, Nerven, Ganglien, die Stufe der Organisation bestimmt. Sehr wichtig ist der Einfluß des Gehirns auf's Athmen, des Rückenmarks und der Nerven, auf Blutumlauf und die mancherlei thierischen Functionen.

8) Jene Action der Natur, welche den höchsten der uns bekannten Erscheinungen zum Grunde liegt, nehmlich den Aeußerungen des Menschen als höheres Wesen betrachtet, wollen wir den Anthropismus nennen. War es uns unmöglich, den Organismus zu definiren, so sind wir um so weniger im Stande, den Anthropismus einer bestimmten Definition zu unterwerfen. Nur aus der aufmerksamen Beobachtung unseres inneren Wesens; nur aus der Betrachtung der Aeußerungen Anderer; vorzüglich aber aus dem innigen Eindringen in den Geist der Geschichte, wo der Mensch nicht einzein von indi-

Digitized by Google

viduellen Affectionen verunreinigt, sondern als Repräsentant des Menschengeschlechts mit seinem eigenthümlichen Charakter, unter der Form des ächt Menschlichen hervortritt; nur hiedurch kann es uns gelingen, an den Erscheinungen des Anthropismus hie und da ein Gesetz zu erspähen; dasselbe auszulegen, und Analogieen hiezu, aus der übrigen Natur, aufzufinden.

Nachdem wir mit einigen Hauptumrissen, das Erscheinen der Natur dargestellt und hiedurch den Plan dieser Schrift in einer Hauptübersicht entworfen haben, so übergehen wir nun zu dem Erscheinen der Natur insbesondere.

Das Erscheinen der Natur insbesondere; und die sich hieraus ergebende Charakteristik der Natur.

§. 1. Wir werden hier einige der wichtigsten Erscheinungen der Natur, nach dem so eben vorgetragenen Plane, unter den hier folgenden Abtheilungen und Unterabtheilungen, vortragen, wobei wir nochmals auf die hier durchgehends befolgte Methode aufmerksam machen, daß die Erscheinungen immer nur an und für sich von allen hypothetischen Erklärungsweisen gereinigt vorgetragen, und daß die Erklärungsmethoden nur als Nebensache betrachtet werden, um allenthalben mit unbestochenen Augen zu sehen, und durch keine vorgefaßte Meinung irre geführt zu werden.

Erste Abtheilung.

Anatomismus und Plasticismus.

§. 2. Der Anatomismus und Plasticismus der Natur äußert sich dadurch, daß wir allgemein an demjenigen, das uns als ein Ganzes erscheint, rücksichtlich der an demselben sich unterscheidenden Theile, bestimmte Gruppirungen, Verknüpfungen, Aggregationen, Verhältnisse von Größe, Gestalt, Bildung, Conformation, gewisse Verhältnisse im äußern Ansehen, in sinnlichen Darstellungen überhaupt, gegen und unter einander, wahrnehmen.

Digitized by Google

a. Anatomismus und Plasticismus am Weltgebäude.

§. 3. Wir haben zwar im Allgemeinen an den Gruppen des gestirnten Himmels bisher keine bestimmte Gesetze aufgefunden, welches vielleicht daher kommt, daß wir den gestirnten Himmel, aus einem hiezu ungünstigen Standpunkte übersehen; es könnte aber auch daher rühren, daß wir auf diesen Gegenstand bisher die gehörige Aufmerksamkeit nicht verwendeten, indem wir die aus dem grauen Alterthume auf uns gekommene Eintheilung des gestirnten Himmels in willkührliche Gruppen, beibehalten haben. Der scharfsinnige Herschel hat jedoch auch über diesen Gegenstand mehrere zu beherzigende Winke geäußert. Er gibt unter andern in den Sternhaufen mehrere an, die von bewunderungswürdiger Regelmäßigkeit sind, und meint, es bestünden an den abgesonderten Sternhaufen beständig wirkende, zusammendrängende Kräfte, wodurch in der Folge alle Sternhaufen bestimmte regelmäßige Gruppen bilden möchten *).

Besonders will er dieß von der Milchstraße behaupten; diesem gemäß würde die Zeit einst eintreten, die man die Periode ihrer Reife nennen könnte, wo die Milchstraße in kugelförmige Sterngruppen abgetheilt, sich uns darstellen möchte; man könnte diese allmählige Sonderung der Sterne in Gruppen als einen am gestirnten Himmel vorgehenden Crystallisationsproceß betrachten. Wäre uns das Gesetz dieses Processes bekannt: so dürften wir für das relative Alter der verschiedenen Theile des gestirnten Himmels, vielleicht eben so wahrscheinliche Vermuthungen aufstellen, als wir dieses hinsichtlich des Alters der Gebirge nach den aufeinander folgenden Formationen, zu thun im Stande sind.

§. 4. Die Natur des gestirnten Himmels ist uns im Allgemeinen genommen, noch ein Geheimniß, wenn wir gleich hierinfalls manche gegründete Vermuthung aufzustellen vermögen. Mit einer bewundernswürdigen Bestimmtheit kennen wir indeß die quantitativen Verhältnisse, die sich auf unser Sonnensystem (freilich nur einen kleinen Punkt am Weltgebäude!) beziehen. Die hieher gehörenden Sätze können, da sie sich größtentheils auf Bewegung beziehen, erst in der zweiten Abtheilung: Mechanismus vorgetragen werden, hier kann nur soviel gesagt werden, daß das Verhältniß der mittlern Abstände, sowohl der Planeten gegen die Sonne, als der Trabanten gegen ihre Planeten; ferners, das Verhältniß der durch Sphäroide dargestellten Volumina dieser Himmelskörper; und endlich das Verhältniß der Massen dieser Himmelskörper vollkommen bekannte Dinge sind, die, wenn sie gleich mitunter auf Hypothesen beruhen, durch das Zusammenstimmen aller sich darauf beziehenden Umstände, einen solchen Grad von Evidenz erhalten haben, daß diese Gesetze füglich unter jenen ihren Rang behaupten können, die uns aus unmittelbaren Beobachtungen, ohne Annahme irgend einer Hypothese, bekannt sind.

*) Bode, Astronomisches Jahrb. für 1818.

Ich führe hier nur die tabellarische Uebersicht der bisher bekannten Verhältnisse an, die sich auf die Durchmesser der Himmelskörper und auf deren Dichte beziehen.

Die Durchmesser der Himmelskörper sind hier in geographischen Meilen ausgedrückt. Bei Betrachtung der Dichte ist jene der Erde als Einheit angenommen.

	Durchmesser	Dichte
☉	7270	$\frac{1}{4}$
♄	16769	$\frac{1}{10}$
♅	18917	$\frac{1}{4}$
☾	344	—
⚴	440	—
⚳	303	—
⚶	58	—
♂	963	$\frac{3}{4}$
♃	1719	1
♀	1633	$1\frac{3}{10}$
☿	584	—
⊙	187796	$\frac{1}{4}$
☾	481	$\frac{2}{3}$
♅ I.	564	$\frac{1}{3}$
♅ II.	465	$\frac{2}{3}$
♅ III.	818	$\frac{1}{4}$
♅ IV.	570	$\frac{2}{3}$

Ob über den Uranus hinaus nicht mehrere Planeten bestehen, die zu unserm Sonnensysteme gehören, läßt sich zwar nicht mit Gewißheit bestimmen; allein vermuthen läßt sich, daß dieses nicht statt findet. Sehr sinnreich erklärt sich hierüber Olbers *), indem er sagt: der Komet von 1815 (der bekanntlich gleich dem halley'schen Kometen sich in einer Ellipse bewegt, deren Elemente berechnet sind) scheint mir zu einigen Folgerungen über die Ausdehnung unseres Planetensystems Anlaß geben zu können; es wird nämlich hieraus sehr wahrscheinlich, daß es jenseits des Uranus keinen Planeten mehr gibt. Was man auch gegen die bekannte Progression, die freilich keine mathematische Schärfe hat, worin die mittlern Abstände der Planeten von der Sonne zunehmen, sagen mag; und wenn es auch bis jetzt unmöglich ist, irgend einen Grund oder Ursache dieser Progression

*) Bode, astronomisches Jahrb. für 1818.

anzugeben: so ist sie doch durch die vollständigste Induction bei allen bisher bekannten Planeten erwiesen, und wir dürfen mit Recht bei den obern Planeten annehmen, daß der mittlere Abstand des nächfolgenden Planeten, beinahe doppelt so groß sey, als der des vorhergehenden. Sollte also jenseits des Uranus ein Planet vorhanden seyn: so würde sein mittlerer Abstand von der Sonne nahe 38 Halbmesser der Erdbahn betragen, folglich diese Planetenbahn noch jenseits der Aphelien unserer beiden Kometenbahnen liegen.

Nun muß, wie unter andern Laplace so einleuchtend zeigt, bei Bildung unsers Planetensystems nothwendig eine Ursache vorhanden gewesen seyn, die die allgemeine Richtung der Bewegung der Planeten von Westen nach Osten, das nahe Zusammenfallen der Ebenen dieser Bahnen mit der Ebene der Ekliptik oder des Sonnenäquators, und die fast kreisförmige Figur dieser Bahnen bewirkte. Diese Ursache mag nun, wie Laplace glaubt, in einer damals bis jenseits der letzten Planetenbahnen ausgedehnten Sonnen-Atmosphäre, oder irgend einem andern Agens bestanden haben: so konnten innerhalb ihrer Wirkungssphäre keine Bahnen fortdauern, oder gar entstehen, die so excentrisch sind, wie unsere beiden Kometenbahnen, und wovon die eine fast 44° gegen die Ebene der Erdbahn geneigt ist, und die andere gar mit rückläufiger Bewegung beschrieben wird. Unsere beiden Kometen befanden sich also damals ausserhalb der Wirkungssphäre jener die Planeten bildenden, und ihre Bahnen bestimmenden Ursache, und sie kann sich also nicht bis zu der Weite von der Sonne erstreckt haben, worin wir einen jenseits des Uranus revolvirenden Planeten vermuthen müssen.

Merkwürdig ist es, daß mehrere Himmelskörper gegen andere bestimmte Lagen beobachten. So kehrt z. B. der Mond der Erde in allen Punkten ihrer Bahn eine und dieselbe Seite zu, und die Kometen sind allemal gegen die Sonne so gestellt, daß der Schweif des Kometen von der Sonne abgewandt ist.

b. Anatomismus und Plasticismus an unserm Planeten unmittelbar.

§. 5. Unsere Erde ist ein Sphäroid, welches durch Umdrehung einer halben Ellipse um ihre kleine Axe entsteht, wobei das Verhältniß der großen zur kleinen Axe ist, wie 172: 171. Dieß ist zwar nicht ganz strenge richtig, da die Erde in ihrer Gestalt manche Unregelmäßigkeiten hat, wie dieß aus den mancherlei Gradmessungen an Meridianen zu beweisen; indeß sind dieß nur unbedeutende Anomalien, die man durch das ellipsoïde oscillatoire, für die verschiedenen Standpunkte der Erde ausdrückt.

α. Anatomismus und Plasticismus an unserm Planeten rücksichtlich des Anorganischen.

§. 6. Hieher gehört vor allem die geognostische Beschaffenheit unserer Erdoberfläche.

Digitized by Google

Hier enthüllt sich nun freilich dem Auge des flüchtigen Beobachters nichts, als regellos nach Willkühr über und an einander gehäufte Massen von sehr verschiedenem Ansehen und Verhalten. Allein das häufige Aufschlüssen der obersten Erdrinde, und die über die sich hieraus ergebenden Resultate angestellten Betrachtungen, haben dahin geführt, auch hier bestimmte Regeln in der Schichtung und Lagerung der Gebirgsmassen zu entdecken.

Sie reduciren sich, sehr kurz zusammengefaßt, auf Folgendes:

1) Gewisse mineralische Massen enthalten Fossilien, von crystallinischer Bildung, welche gewöhnlich bestimmte Gemenge ausmachen, und dabei jenes äußere Ansehen haben, woraus sich schließen läßt, daß sie auf nassem Wege gebildet worden. Sie enthalten weder Versteinerungen noch Abdrücke organischer Körper. Sie dienen allen übrigen Gebirgsmassen als Untergrund, laufen unter denselben unausgesetzt fort, dringen oft in den beträchtlichsten Höhen aus den andern Gebirgsmassen wieder hervor, und künden sich solchermassen als Fundament, als Basis, als Urmasse aller übrigen Gebirgsmassen an. Ihre äußere und innere Struktur ist vor allen übrigen ausgezeichnet energisch, und trägt das Gepräge der freiesten und ungestörtesten Ausübung der Crystallisation.

2. Andere mineralischen Massen enthalten Fossilien, bei denen die crystallinische Bildung schon weit unbestimmter hervortritt, und wobei weit mehr ein Zusammenkitten als chemische Verbindung zu bestehen scheint. Sie enthalten, jedoch nicht häufig Versteinerungen, allein gewöhnlich nur von Zoophyten. Sie erreichen im Allgemeinen jene Höhen nicht, als die vorhin erwähnten Gebirgsmassen; liegen auf diesen auf, oder umlagern sie. Weniger ausgezeichnet ist hier die äußere und innere Form als bei jenen, und Alles trägt hier mehr das Gepräge des Einflußes der Schwere, und von Wasserfluthen, während der Formation.

3. Andere mineralische Massen zeichnen sich dadurch aus, das mehrerlei Gesteinarten über einander liegen, und häufig mit einander abwechseln, wobei Alles wie über einander geschwemmt, ohne einem eigenthümlichen crystallinischen Zusammenhange, erscheint. Sie befinden sich meistens in Niederungen und an den Füßen der Gebirge; erheben sich gewöhnlich sanft, und erhalten nur selten eine bedeutende Höhe.

4. Andere mineralische Massen bestehen aus solchen Fossilienmassen, die von den Gebirgsmassen der erstern Art, als losgerissen, und über einander geschwemmt erscheinen. Sie befinden sich meist in Niederungen, und ihre Lagerung ist äußerst unregelmäßig.

5. Andere mineralische Massen endlich finden sich nur hie und da ohne allen Zusammenhang zerstreut, und tragen nicht das Gepräge einer Entstehung durch Niederschlag aus tropfbarer Flüssigkeit, oder einer Aufschwemmung durch Wasser, wie die vorhergehenden vier Gebirgsmassen; sondern zeigen deutlich, daß sie durch Einfluß von Feuer entstanden sind.

Digitized by Google

Diese wenigen Hauptansichten wußte der geniale Werner aus der chaotischen Uebersicht der so verschiedenen Fossilien- und Gebirgsmassen zu abstrahiren, und hierauf sein geognostisches System, über die allmählige Bildung der Gebirge, zu gründen; ein System, welches vor allen bisherigen geognostischen Systemen einen entschiedenen Vorzug behauptet, und im allgemeinen die erfreulichsten Uebereinstimmungen mit der Erfahrung gewährt *). Es besteht, seinem Geiste nach, in Folgendem: Die vier ersten hier benannten Gebirgsmassen danken ihren Ursprung dem Wasser; sind theils Niederschläge aus demselben, theils durch Auf- und Anschwemmung entstanden, und werden neptunischen Ursprungs genannt. Die mineralischen Massen der fünften Art hingegen danken ihren Ursprung dem Feuer, und heißen daher vulkanischen Ursprungs.

Da ferner die untersten Lagen, welche unter den übrigen unausgesetzt fortlaufen, und sich hie und da durch dieselben wieder hervordrücken, ein früheres Daseyn beweisen, und überdieß mehr den Charakter der Crystallisation aus dem Flüssigen, als jenen einer Aufschwemmung mit sich führen, so werden die mineralischen Massen sub 1) als jene der ersten Formation, und als blos durch Niederschlag aus dem Flüssigen entstanden angegeben; und die aus ihnen wesentlich zusammengesetzten Gebirge heißen Urgebirge. Dahin gehören Granit, als vorzüglich der ältere und neuere; ferners Gneis, Weißstein, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Quarz, Topasfels, Urkalk, Urgyps, Urkieselschiefer, Serpentin, Urporphyr und Syenit, Uretrapp.

Aus ähnlichen Gründen werden die mineralischen Massen sub 2) 3) und 4) als auf einander folgende Formationen betrachtet, wobei der Crystallisationsproceß immer abnehmend, hingegen der mechanische Einfluß der Wasserfluthen immer vorherrschender wurde; die aus ihnen zusammengesetzten Gebirge heißen Uebergangs-, Flötz- und aufgeschwemmte Gebirge. Zu den ersten gehören: Grauwacke, Uebergangsthonschiefer, Uebergangskieselschiefer, Uebergangskalkstein und Eisenstein, Uebergangsgyps, Feldspatgestein, Uebergangstrapp, Sandstein, Uebergangssyenit, Uebergangsgranit, Uebergangsporphyr, jüngstes Uebergangsgebirge. Zu den zweiten gehören: Aeltestes Sandstein- und Stein-

*) Unter den außer der Wernerschen Theorie aufgestellten geognostischen Systemen, verdienen vorzüglich die über diesen Gegenstand aufgestellten Ideen von Hutton und Playfair (Siehe Playfair illustrations of the Huttonian theory of the Earth 1802) angeführt zu werden, welchen gemäß die Gebirgsmassen unter dem Meere entstanden sind, und dann erst durch eine Erdrevolution über das Meeresniveau aus der Tiefe gehoben wurden. Werners Theorie stimmt aber mit der allgemeinen Ansicht der Gebirge weit mehr überein, und hat sogar eine große Analogie mit den Beobachtungen Herschels über die noch iht sich bildenden Himmelskörper am neblichten Himmel für sich. Herschel sagt nämlich: Die sich oft wiederholenden Gruppirungen von einerlei Art zwischen Nebelflecken und einer schwächern Neblichkeit, so wie zwischen Sternen und einer mit ihnen verbundenen Neblichkeit, berechtigen zu dem Schluße, daß die Doppelsterne durch Verdichtung der Neblichkeit entstehen, daß diese Sterne durch fortgesetzte Verdichtung der sie umgebenden Neblichkeit allmählich wachsen, bis endlich diese Neblichkeit ganz aufgezehrt ist, wo dann die solchermassen gebildeten Sterne als von Nebel ganz freie Doppelsterne erscheinen. (Bode, astronomisches Jahrbuch für 1818.)

kohlen-Gebirge, Alpen-Kalkstein, Steinsalz, ältester Gyps, Jurakalkstein, bunter Sandstein, jüngerer Gyps, Muschelkalkstein, Krelde, Quadersandstein, Flötzkieselschiefer, Flötzthonschiefer, Flötztrapp. Zur dritten gehören: Nagelfluh, Kalktuff, Selfenbänke, niedriges Land.

Zu den Gebirgen vulkanischen Ursprungs gehören: Lava, Peperino, Rappill, vulkanische Asche, vulkanisches Conglomerat, Pausilipptuff, Bimsstein, (?) Auswürflinge.

Ueberdieß wird noch eine sechste Klasse von Gebirgen angenommen, nämlich die Pseudovulkanischen Gebirge, die das Product zum Theil noch fortdauernder Erdbrände sind, wobei keine Eruptionen wahrgenommen werden *).

Zur allmähligen Bildung der Gebirge nach ihren verschiedenen Formationsperioden, werden mehrere auf einander folgende Wasserbedeckungen angenommen, ungefähr in folgender Ordnung:

1) Allgemeine große Wasserbedeckung; ruhiger Stand des Gewässers; allmähliger ruhiger Rückzug desselben; als Folge davon gleichförmige Lagerung mit abfallendem Niveau des Ausgehenden, reinste chemische Ausbildung der durch Anschuß ausgeschiedenen Massen. Aeltere Urgebirge.

2) Zweite große Wasserbedeckung von niedrigem Stande, weniger ruhiger Stand des Gewässers. Uber die ältern Urgebirge abweichend und ununterbrochen gelagert, weniger crystallinisch. Jüngere Urgebirge. — Stillstand in der Gebirgsbildung; Anfang des Organismus. —

3) Neues Ansteigen der zweiten Wasserbedeckung, Zerstörung bei dem Zurückzuge und neuen Ansteigen, weniger chemisch reine Ausscheidung, allmähliger Abfall, abweichende Lagerung gegen die Urgebirge; conglutinirte Gebirgsarten, die allmählig in chemisch rein ausgebildete übergehen, unter sich gleichförmige Lagerung mit abfallendem Niveau des Ausgehenden: Aeltere Uebergangsgebirge.

4) Abermaliges Ansteigen des Gewässers zu beinahe derselben Höhe; Zerstörung beim vorigen Abfalle und neuen Ansteigen, übrigens ruhiger Stand des Gewässers; abweichende und unterbrochene Lagerung gegen die ältern Uebergangsgebirge; reinere chemische Ausscheidung; besseres crystallinisches Gefüge: Jüngere Uebergangsgebirge.

5) Partieller ruhiger Stand des zwischen den Gipfeln der Uebergangsgebirge gedämmten Gewässers: Dünn geschichtet oft abwechselnde Lage der jüngsten Uebergangs-Gebirge.

Stillstand in der Gebirgsbildung. Völliges Gedeihen des Pflanzen- und Thierreichs.

*) Jasche Gebirgskunde.

6) Dritte große allgemeine Wasserbedeckung von nicht sehr hohem Stande, stürmischen Fluthen, Ruin der organischen Natur, Beruhigung, allmähliger Zurückzug: abweichende und übergreifende Lagerung gegen die älteren Gebirge, Heere von Thieren- und Pflanzen-Abdrücken und Versteinerungen; abfallendes Niveau des Ausgehenden, conglutinirte Gebirgsarten, dann chemisch reine ausgebildete Massen: Aeltere Flötzgebirge.

7) Neues Ansteigen, oder vierte große Wasserbedeckung bis zu einer weit größern Höhe, stürmische Bewegung, nachherige Beruhigung und ruhiger Stand und Abzug des Gewässers; abweichende und unterbrochene Lagerung über alle ältern Gebirge, mechanische Ausscheidungen; unter sich gleichförmige Lagerung: Jüngere Flötzgebirge.

8) Völliger Rückzug des Gewässers nach dem Meere, dabei statt habende Zerstörungen; Fluthen und Ueberschwemmungen; Verwitterungen, aufgeschwemmte Gebirge.

Um sich einigermaßen zu erklären, nach welchen veranlassenden Ursachen diese großen Naturrevolutionen etwa vor sich gehen mochten; kann man folgendes annehmen: Noch itzt bemerken wir an den physischen Erscheinungen gewisse Perioden, einen gewissen Cyclus, wie z. B. an der Ebbe und Fluth, an den Meeresströmungen, am Barometerstande, an der Richtung der Magnetnadel . . . . . Nach ähnlichen periodischen Zykeln mögen Gebirge mit regelmässigen Schichtungen entstanden seyn (z. B. regelmässige Folge itzt einer Schichte Sand, dann einer Schichte Steinkohlen): Jene außerirdischen Einflüße, die itzt periodische Wetterveränderungen bewirken, mögen ehedem periodische Niederschlagungen ganzer Gebirgsmassen bewirkt haben *).

Die Gebirge enthalten öfters mitten zwischen ihren eigenthümlichen Lagern, eingelagerte frembartige Formationen, Gänge, Klüfte . . . . (welche zuweilen metallhaltig): häufiger und mächtiger finden sich diese heterogenen Einlagerungen in jüngern Gebirgen als in ältern. Sind diese Einlagerungen späterhin ausgefüllte Risse? Dieß ist sehr wahrscheinlich, und auch hier mögen ähnliche Formationsmethoden und Formationssuiten statt gefunden haben, als an den Gebirgsmassen überhaupt **).

Die Entstehung verschiedener Gebirgslager aus der Wasserbedeckung einerlei Bildungsperiode wird erkannt, aus der Uebereinstimmung dieser Gebirgslager in Gemengtheilen und in jener Lagerung, welche auf einerlei Richtung der Fluth, auf Gleichartigkeit der Umstände beim Entstehen, schließen lassen.

Rücksichtlich des chemischen Bestandes und der Gemengtheile, unterscheiden sich die Urgebirge (vorherrschende Kieselerde dann Thonerde) von den Gebirgen jener Formations-

*) Schubert Geognosie.

**) Werner Entstehung der Gänge.

Digitized by Google

perioden (Gehalt an Kalkerde dann Meeressalz), welche dem Entstehen der organischen Welt nachgefolgt sind.

Nach den hier aufgestellten Ansichten der auf einander folgenden Formationen lassen sich folgende Formationssuiten angeben: Formationssuite des Thons (Granit, Gneuß, Glimmerschiefer, Urthonschiefer, Uebergangsthonschiefer, Grauwackenschiefer, Grauwacke, Sandstein in verschiedenen Formationen der Flötzgebirge, Flötztrappgebirge und aufgeschwemmte Gebirge, Steinkohlengebirge bis zu den jüngsten Braunkohlen und Sandlagern, zuletzt vielleicht Moore) enthält Kohlenstoff, theils angedeutet, theils wirklich; und in seinen jüngern Formationen, Abdrücke und Versteinerungen vorzüglich von vegetabilischen Ueberresten. Formationssuite des Kalks (Urkalk, Uebergangskalk, Flötzkalk, Kreide, Kalktuff) enthält häufig thierische Ueberreste. Formationssuite des Porphyrs und Syenits *).

Auch an den Metallen lassen sich diesen Ansichten gemäß, Bildungsperioden angeben. Die Bildungsperiode der Metalle fängt kurz vor dem Auftreten der organischen Welt an, dann wird sie wieder fortgesetzt. Diesen Bildungsperioden gemäß (von der ältesten angefangen) besteht folgende Eintheilung: Wasserblei, Zinn, Wolfram, Tantalum, Chrom, Titan; ferner: Arsenik, Kobalt, Kupfer; ferner: Gold, Tellur, Spießglanz, Silber, Uran, Wismuth, Nickel; ferner: Blei, Zink, Braunstein, Queckſilber. Das Eisen gehört allen Bildungsperioden zu.

Die Metalle befolgen auch rücksichtlich ihres geographischen Vorkommens gewisse allgemeine Gesetze: Minder cohärente Metalle liegen mehr gegen den Aequator, cohärentere mehr nach den Polen hin. Eisen ist nach Norden häufiger als nach Süden verbreitet; dort ist es minder oxydirt, als hier, dort erscheint es häufig als Magneteisenstein. Das Kupfer findet sich im Norden häufig gediegen. Gold, Silber, Blei, Zinn, Queckſilber liegen vorzüglich gegen den Aequator.

Rücksichtlich des geognostischen Vorkommens der Erze und Metalle, so wie der brennbaren Mineralkörper, gelten folgende Hauptregeln: im Granit bestehen vorzüglich erzführende Quarzlager; im Gneuß erzführende Gänge, bedeutende Formationen von Zinn, Blei, Silber, Kupfer, Kobalt; im Glimmerschiefer dasselbe; im Urtrapp finden sich mächtige seltene Erzgänge, Formationen des Zinnes, Bleies, Silbers, Kupfers, Kobalts, Goldes, enthaltend. Der Grauwackenschiefer enthält Erze in Lagern, in Stöcken und Gängen, bildet erzreiches Gebirge, ist reich an Silber, Blei, Kupfer, Gold, Queckſilber; der Uebergangskalk hält Bley, Silber, Eisen; der älteste Flötzsandstein enthält Steinkohlenlager; der älteste Flötzkalk führt Kupfer, Kobalt, Eisen, Galmei in Flötzen und Gän-

*) Schubert Gognoſie.

Digitized by Google

gen; das Flötztrapp-Steinkohlen-Gebirge enthält die Kohlenarten (Pech- Glanz- Stangen- Braun- Moor- Kohle, Bituminöses Holz, Erdkohle); in Seifengebirgen finden sich Zinn und Gold; in aufgeschwemmten Gebirgen, Raseneisenstein, Morasterz, Torf. Aeußerst auffallend sind die hie und da sich vorfindenden, wie kleine Felsen zerstreuten ungeheuern Blocke, welche dem Boden, auf dem sie liegen, ganz fremdartig sind. Dieß ist unter andern der Fall auf den Bergen des Jura; hier muß man annehmen, daß diese Blöcke von Ferne her aus dem Innern der Alpen dahin müssen gebracht worden seyn. Dolomieu, Ebell, de Luc, haben dieses zu erklären gesucht. Vorzüglich scheint aber Saussure dieses Phänomen genügend erläutert zu haben. Er schreibt die Zerstreuung dieser Blöcke großen Strömungen zu, die aus den Alpenthälern hervorgebrochen sind, welches zu jener Zeit könnte geschehen seyn, als der Jura bey dem Fort de l'Ecluse zertheilt ward, und nun die in den Schweizerthälern gefangenen Wässer tiefern Orten zustürzten. Hiernach erklärt sich, warum diese Blöcke ihren Lagern nach unter einander eine gewisse Beziehung haben, warum sie besonders nach einer bestimmten Gegend hin zerstreut liegen; warum sie den Thälern gegenüber in größerer Menge und Höhe vorkommen, wo die Ausgänge der Thäler durch vorliegende Werke verdeckt sind. Eine weitere Ausdehnung dieser Ansichten scheint die Behauptung zu rechtfertigen, als wäre aus allen größern Thälern europäischer Gebirge ein Stoß hervorgegangen, der die Producte dieser Thäler nicht bloß über nahe liegende Flächen und Hügel, sondern weit umher über Meere und Länder verbreitete *).

§. 7. Nicht bloß in der Schichtung und Lagerung der festen Mineralmassen an unserm Planeten lassen sich bestimmte Gesetze und Regeln der Gruppirung gegen einander und gegen den Erdkörper angeben. Es scheint, daß auch die Mineralquellen in ihrem lokalen Vorkommen bestimmte Regeln befolgen. Interessant sind Wurzers Bemerkungen hierüber**), welcher sagt: Wir finden meistens in der Nachbarschaft der Schwefelquellen eisenhaltige Mineralquellen: Neudorf, Eilsen, Leimer, und von der andern Seite Pyrmont, Driburg, Rehburg und Wünzlar, Spaa und Aachen, die Quellen zu Meinberg. Auch findet man in solchen Nachbarschaften so oft Salzquellen, daß man fast zu dem Schlusse berechtigt ist, daß dort, wo man ihrer noch keine angetroffen hat, sich dieselben noch finden werden.

§. 8. Auch das Meerwasser scheint, rücksichtlich seines Salzgehaltes von der Localität abzuhängen; so enthält das Meerwasser zwischen den Wendekreisen, wegen der stärkern Verdünstung die größte Menge aufgelößten Salzes; ferners enthalten die eingeschlossenen Meere süßeres Wasser als der Ocean. Auch rücksichtlich der Temperatur hängt das

*) Buch über die Ursache der Verbreitung großer Alpengeschiebe, aus den Abhandlungen der physikalischen Klasse der königl. preußischen Akademie der Wissenschaften 804 bis 811.

**) Wurzer phys. chem. Beschreibung der Schwefelquellen zu Neudorf.

Meerwasser vom jedesmaligen Standpunkte ab; und in einerlei geographischem Standpunkte ist die Temperatur des Meerwassers von der verticalen Tiefe abhängig, und so gibt es denn für jeden geographischen Standpunkt eine bestimmte Meerestiefe, über welche hinaus die Temperatur unabänderlich dieselbe bleibt, und wornach sich vielleicht die eigene Temperatur der Erde für alle geographischen Standpunkte bestimmen ließe *). Dieses Gesetz könnte nach Art der Curven des ewigen Schnees, durch eine krumme Oberfläche der constanten Meerestemperatur geometrisch construirt werden.

§. 9. Die Neigung der Magnetnadel, äußert wie die bisher betrachteten Gegenstände eine bestimmte Gruppirung gegen unsern Planeten in den verschiedenen Standpunkten desselben sowohl rücksichtlich der Declination als Inclination. So nimmt die Neigung der Magnetnadel in Frankreich, Deutschland, der Schweiz und Italien ziemlich regelmäßig mit der Breite zu **).

§. 10. Die physische Geographie liefert bisher noch zu unvollständige Data, um bestimmte Gesetze an den Gruppirungen an unserer Erdoberfläche angeben zu können, wie Maltebrun in seiner géographie physique .... sehr gründlich darstellt. Ich begnüge mich daher folgende kurze Uebersicht hier einzuschalten:

Kurzer Ueberblick jener Gruppirungen, die sich auf die Oberfläche unserer Erde beziehen ***).

§. 11. Hauptgebirge von Europa sind: Die Schweizer, Savoyer, Tyroler, Salzburgischen, Kärnthner Alpen, die Penninischen, Grajischen, Cottischen Alpen, das Pilasgebirge, die Sevennen, Meeralpen, Apenninen, der Tekiri- Emineh- (Hämus) und Despotodag, die Acrocerauischen Gebirge (Voiuzzaberg, Olymp, Pindus u. s.) das Tomerit und Argentarogebirge, das Krustinagebirge, Miednick- und Gudiezgebirge u. s. w. die dianischen Alpen, die Kraineralpen, Karpathen, Juragebirge, Odenwald, Rauhealp, Voralpen, Schwarzalp, Vogesen, Hartgebirge, Böhmerwald, Donnersgebirge, Spessart, Rhöngebirge, Fichtelgebirge, Thüringerwald, Vogelsgebirge, Hargebirge, Westerwald, Siebengebirge, Harz-, Peters-, Kiffhäuser- und Erzgebirge, Schiesisch-mährisches Gebirge, die Sudeten, das Jabiunkagebirge, das Niedoborzen-blaue Gebirge, der Woichonski-lies, Episanow-lies, Wolgagebirge, der Ural, das Kirelengebirge ..... die donischen Gebirge, der Hundsrück, die Ardennen, das Eifel- und Sauerländische Gebirge, der Habichtswald ..... die Cornwalischen und Walliser, Teviot, Mangerton, Pentland und Grampiongebirge

*) Krusenstern Reise um die Welt, auf Befehl des russischen Kaisers 1803 bis 1806.

**) Memoires de la société d'Arcueil.

***) Schubert Geognosie.

Digitized by Google

, ... das Gebirge von Orleans, Terare Ventoux, Cantalgebirge, Montagne noire, die Pyrenäen, das Moncayo und Aralar, das Asturische und Marno, das Estrella und Albarazni-Gebirge, Sierra Dossa und S. de Monchique. Hauptgebirge von Asien: das Altai, Mustag- und Gaurische Gebirge, die Sajanischen und Apselgebirge, das Sablenoi- und Stanovoi-Chrebet, das Dschuckdschurgebirge, Boghdo, Mussart, Alak und Kanghai, Werchoturische u. a. Gebirge, das Alpons, Ararat, Minngal, Ardschische, Syrische, Palästinische (Libanon) und Arabische Gebirge, der Caucasus, Taurus und Sinai. In Afrika: die Mondgebirge, der Atlas, die Habessinischen Gebirge, die Gebirge am Ursprung des Niger, die des Caps. In Amerika: die Cordilleren, das Blaue, Apalachische Gebirge u. s. Gebirgszüge durch die Inseln hindurch von einem festen Land zum andern sichtbar.

§. 12. Gebirgskessel, — die der Elbe in Böhmen, durchbrochen bei Tetschen, in Sachsen bei Dresden, von neuem durchbrochen bei Meißen — die der Donau, in Oberschwaben, Bayern, und Ungarn u. s. — Diese Gebirgskessel waren, wie es scheint, ehehin Seen, das Wasser brach sich einen Weg durch — Revolutionen die aus dem Durchbrechen großer Seen hergeleitet werden. — Fluth die durch das Ausbrechen des Böhmischen Sees entstanden seyn soll — Bärenknochen in den Muggendorfer Höhlen — Fluthen und Veränderungen im Mittelmeere und den angränzenden Ländern, die durch das Ausreissen des schwarzen Meeres entstanden seyn sollen. — Tiefe und Verbreitung einiger Landseen — Genfersee am Felsen bei Meillerie 950 Fuß tief, der Lago maggiore 160 Fuß tief. — Ziemlich große Landseen in Europa, der Lago di Carda, der Bodensee, der Lough Neagh in Irland, der Miösersee in Norwegen, der Weenersee in Schweden, der Wettersee, 80 Faden tief der Spirdingsee in Preußen, der Paipussee in Liefland, der Ladoga- und Onegasee in Rußland, Plattensee in Ungarn. In Asien: der größte Landsee unter allen der Caspische und Aralsee. — (Gehalt des Wassers dieser Seen, fast dem Meere gleich, nur bitterer, mehr bituminös. — Geglaubte Verbindung des Caspischen Meers mit dem Mittelländischen durch unterirdische Communication. — Gründe die dafür und dawider angeführt werden). Baikal und Saisansee, das todte Meer. In Afrika unter andern der Maravi und Zambre See. — In Amerika über 40 große Seen, unter andern der große Winnipegsee, der Regensee, der Obere-, der Huron-, der Erie-, der Ontariosee. — Seen, welche süßes, solche welche salzichtes Wasser enthalten. — Seen, welche eine mephitische Atmosphäre über sich haben. — See in der Nähe des Vesuv's.

§. 13. Hauptflüsse in Europa: Donau, Rhein, (Main z. B. ein Nebenfluß), Etsch, Weichsel, Ems, Wesel, Oder, Elbe, die Rhone, der Po, die Loire, Seine, Schelde, Garonne, der Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Ebro, Duero, Minho, Arno, Tiber, Memel, Pregel, Düna, Dwina, Don, Dneper, Dnieſter, Wolga, Götha, Glom-

Digitized by Google

men, Gudenfluß, die Themſe, Saverne, Trente, Tay. — In Aſien der Ob, Jeniſey, Lena, Indigriska, Anadyr, Amur, Schara, Hoangh-ho, Jangtſe, Kiang, Sikiang, Menam-Kom, der Siam, Pegu, Irabatti, Buramputter, Ganges, Indus, Euphrat, Tigris, Aſtan, Syr, Gihon, Jembra, Jaik. — In Afrika der Nil, Niger, Senegal, Gambia, Rio grande, Zaire, Elephantenfluß, Zambesk, Coaro. — In Amerika: der Lorenzoſtrom, Pascataqua, Merrimak, Connecticut, Hudſonsfluß, Delaware, Susquehannah, Miſſiſippi, Oronoque, Amazonenfluß, Eſſequebo, Magdalenen- Franciscus- de la Platafluß.

§. 14. Angaben verſchiedener Höhen. Chimboraſſo 19728 Fuß (noch höher nach Crawford ein Berg an den Quellen des Ganges), der Antiſana 18120, der Eliasberg in Nordamerika, unter dem 60° der Breite 17252, der Montblanc 14656, Egmontsburg auf Neuſeeland 14373, Montroſa in den Penniniſchen Alpen 14340, Ophyr auf Sumatra 13000, Jungfrauarhorn 12872, Pic de Teneriffa 12271, Großglockner in den Salzburger Alpen 12238, Ortell in den Tyroler Alpen 12000, Berg auf Madagascar 10800, Montperdü in den Pyrenäen 10578, Aetna 10274, Berg Washington im weißen Gebirge in Nordamerika 10000, Berg in Otaheiti 9350, der Budeſch in Siebenbürgen 9000, Libanon 8949, Monte rotondo auf Corſika 8760, St. Gotthard 8587, Lomnitzer Spitze auf den Carpathen 8316, Gebirge Chalanges in den Grajiſchen Alpen 8400, der Gran sasso d'Italia 8258, Roßkopf in den Tyroler Alpen 7758, Krivan in den Sevennen 7326, St. Bartholomeiberg in Frankreich 7104, der Brenner in Tyrol 6360, Sierra d'Estrella in Portugall 5500, Pico Ricivo, höchſter Berg in England 5281, Dole, Gipfel des Jura 5120, Schneekoppe im Rieſengebirge 4920, Areskut in Schweden 4850, Schnöfields Jökul auf Island 4800, Hecla 4600, Ben Nevis in Schottland 4387, Spieglitzer Schneeberg im mähriſchen Gebirge 4164, Arber im Böhmerwalde 3924, Veſuv 3726. — Parnaſſe auf der Karlsinſel in Spitzbergen 3718, Fichtnersberg im ſächſiſchen Erzgebirge 3641, Ochſenkopf im Fichtelgebirge 3617, Brocken am Harz 3426, Snowden-Berg in Wales 3348, Hohe Eule in den Sudeten 3326, Schneekopf im Thüringerwalde 3100, Schneeberg im Fichtelgebirge 3172, Inſelsberg in Thüringen 2915, Wolchonski-Lies in Rußland 3000, Buchberg in Böhmen, höchſter Baſaltberg in Deutſchland 2497, Donnersberg in Böhmen (höchſter Klingſteinporphyrberg) 2568, Kreuzberg im Rhöngebirge 2574, Baſalt über Aubenas in Auvergne 2538, Pöhlberg bei Annaberg 2103, Meißner in Heſſen 2184, Salzburgerkopf im Weſterwalde 2006, Lage von Madrid 1830, von Insbruck 1744, Bern 1650, München 1517, Kiffhäuſer 1400, Salzburg 1241, Ulm am Ufer der Donau 1138, Tiger am Ufer der Wolga 1071, Botzen in Tyrol 1065, Donauwerth 1055, Ingolſtadt 1000, Regensburg an der Donau 972, Nürnberg 945, Gotha 878, Weimar 650, Halle an

Digitized by Google

der Saale 574, Naumburg 514, Cassel 486, Wien 480, Breslau (20′ über der Oder) 388, Bologna 374, Leipzig 304, Parma 288, Meißen 238, Paris 126, Berlin 123, Rom 76. —

§. 15. Tiefe des Meeres steht mit der Höhe des benachbarten Küstenlandes im Verhältniß (Dampiers Beobachtung und Büffon's daraus gezogener Schluß) — Flacher Seegrund an dem tiefen und flachen Küstenland von Holland, zum Theil von Frankreich, Norwegen, Bengalen, Senegal; flacher Seegrund an dem ebenen, tiefen Küstenland einiger amerikanischer Länder und Inseln — Sandbänke und Dünen jenes flachen Seegrundes, (Auster- und Korallenbänke) erstere dem hüglichten Land entsprechend. — Der klippige Seegrund in der Nähe des gebirgigten Küstenlandes. — Seine Erhöhungen und Klippen bilden ziemlich regelmäßige Züge, doch nicht so regelmäßig als die Gebirge des Landes — Hat oft in kleinen Entfernungen ungemein verschiedene Meerestiefen (in Räumen von etlichen Schiffen von 20 auf mehrere hundert Faden) — Tiefe des Meeres nach Marsigli an den französischen Küsten zum Theil auf 1500 Toisen geschätzt — unter dem Aequator nach Forster mit 250 Klaftern noch kein Grund (Schwierigkeiten, welche diese Messungen hindern und so selten machen) — Phipps Messungen im Nordmeer. — Inseln des Südmeers sind ganz flach und haben doch unmittelbar an ihrem Ufer eine unergründliche Meerestiefe. — Sie sind überhaupt meistens aus Korallenriffen entstanden, machen deshalb eine Ausnahme.

§. 16. Die Zahl der noch jetzt wirksamen Vulkane gegen 200. In Europa nach Ordinäre, in allem 27, der Vesuv und Aetna, Vulkan von Milo, die 3 Vulkane auf den Aeolischen und liparischen Inseln, die 7 Vulkane auf Island, darunter der Hekla am bekanntesten, außer dem noch mehrere auf den Inseln und unter der Meeresfläche des Mittelmeers. — In Asien und den südlichen Inseln in allem 60. 5 im südlichen Theil von Kamtschatka und noch viele im nördlichen. — 3 auf dem Altai unter 50° N. B. und 117° der L. an den Quellen des Jenisei. — Der Gorante in Natolien, am Meer gelegen, 2 in Persien, einer auf Ormus, 10 auf den Kurilischen, 11—12 auf den Japänischen Inseln, 10 in dem Archipel der Marianischen und Diebsinseln, mehrere auf den Philippinen, einer auf Ceylon, 2 auf Java, einige auf den Molluken, 2 in der Nähe von Magindanao, einer in der Nähe von Timor, einer an der Westküste von Neu-Brittanien, unter 5° S. B. und 165° L., 3 an und auf Neuguinea. Auf den Afrikanischen Inseln (in allem 8), der Zibbel Teir im rothen Meer unter 15° N. Br. 2° östlich von Jeddo, 3 auf den Azoren, 2 auf Teneriffa, einer auf den Capverdischen Inseln, einer auf Ascension unter 8° S. Br. und 4° L. In Amerika (in allem 107), 17 in Peru, vom 1sten bis 4ten S. Br. und 298 bis 302° L., der Velez in Neugrenada 6° S. Br. und 305° L., Carthago in Popayan, 4 bei St. fé de Bogota,

15 in Chili, vom 27 bis 51° S. Br. and 305 bis 307° L. Außer dem noch einige südlich gelegene, einer auf den Charlotteninseln, im 10° S. Br. und 181° L., einer auf den neuen Hebriden, 15° S. Br. und 181° L., einer auf der Dreieinigkeitsinsel, unter 56° S. Br. und 228° L., 5 auf den kleinen Antillen, 3 auf den Freundschaftsinseln, 2 auf dem Feuerlande. — Nordwärts vom Aequator im 9° N. Br. und 295° L., der Paru, 3 bey Miravalles, 34 in Mexico, darunter der Colima, Poyacateppe in Tlascalá, Acapulco u. a.). Auf Californien 5, einer bey Cap Mendoza. Im 55° der Breite und 237° der Länge 25, und 55° der Br. 214° L. einer. Einer, höher als der Pic Teyde im 49° N. Br. und 227° L., einer im 61° Br. und 221° L., einer im unbewohnten Theile Grönlands, dessen Asche und Bimsstein 1783 bis nach Island und Norwegen getrieben seyn sollen, 6 auf den Fuchsinseln und einigen südlicher gelegenen Inseln. — Bestimmte Richtung nach welcher die Vulkane in den Continenten und von den Continenten hinüber durch die Inselgruppen zu liegen scheinen.

β. Anatomismus und Plasticismus an unserm Planeten rücksichtlich des Organischen.

§. 17. Der Anatomismus und Plasticismus am Organischen, mit Beziehung auf unsern Planeten, äußert sich sowohl an Abdrücken, Versteinerungen, Gerippen organischer Körper in den mancherlei Gebirgsmassen, als an den lebenden Geschöpfen über und unter der Erde, im Dunstkreise unseres Planeten und in dessen Gewässern.

In den Urgebirgen finden sich wie schon erwähnt wurde, keine Ueberreste von Pflanzen und Thieren, wohl aber in den Uebergangsgebirgen, und noch häufiger in den Flözgebirgen, und vornehmlich in den aufgeschwemmten Gebirgen. Die Formationssuite des Kalks enthält vorzüglich animalische, hingegen die Formationssuite des Thons häufig vegetabilische Ueberreste.

Im Norden enthalten die Formationen von einer und derselben Periode häufig solche organische Producte, die gegenwärtig nur mehr der Aequatorialzone zukommen. Zu gleicher Zeit enthalten dieselben Gebirgsmassen organische Producte, die jetzt nur der nördlichen Zone zukommen; und auffallend ist es, daß von den einen Producten zu den andern keine Uebergangsreihe statt findet; soll man hieraus auf eine plötzliche Temperaturveränderung schließen, auf eine plötzliche Veränderung in der Schiefe der Ekliptik? oder läßt sich dieß Phänomen durch Fluthen von der Aequatorialzone nach dem Nordpol hin erklären?

Südlichere organische Produkte, finden sich in den Gebirgen der ältern Formation, hingegen nördliche organische Produkte vorzüglich in Gebirgen von jüngerer Formation.

§. 18. Beim Ueberblicke der mannigfaltigen Bildungen an den lebendigen Geschöpfen unsers Planeten, treten gewisse von einander abgesonderte Bildungsreihen hervor.

Digitized by Google

Bei vielen dieser Reihen sind wir im Stande, jene verbindenden Glieder, anzugeben, wodurch je zwei von solchen Reihen in einander übergehen. Merkwürdig ist es aber, daß diese Verbindungsglieder, und die durch dieselben sich an einander knüpfenden Reihen, oft in sehr entfernten Weltgegenden zerstreut sind.

Man muß bei Betrachtung der Wohnorte der mancherlei lebenden Geschöpfe, die physische von der geographischen Verbreitung wohl unterscheiden. Die physische Verbreitung eines Individuums oder auch einer Gattung steht sehr oft im umgekehrten Verhältnisse mit der geographischen Verbreitung.

Die im Wasser und in kältern Gegenden lebenden Säugthiere haben im Allgemeinen dichtere und dickere Haare als die in wärmern Gegenden und auf dem trockenen Lande lebenden. Ein ähnliches Gesetz zeigt sich an den Vögeln rücksichtlich ihrer Befiederung. Bei den im Wasser und unter der Erde lebenden Thieren sind die Sinnesorgane weniger hervorstehend, als bei den an der Erdoberfläche sich aufhaltenden. Auch haben im Durchschnitte die Wasserthiere eine größere Leber als die Landthiere. Bei Schaalthieren ist die Festigkeit der Gehäuse auszeichnender wenn sie im Meere, als wenn sie im süßen Wasser leben. Feuchte und dunkle Gegenden sind die gedeihlichsten für Zoophyten und cryptogamische Gewächse, für Pilze, Moose, Flechten, Conferven, Tangen, Farrenkräuter, Najaden, Corallen .....

Außerhalb gewisser Gränzen des belebten Theiles der Erde überhaupt, z. B. in Quellen die einen bestimmten Temperatursgrad über Null und unter Null übersteigen, bestehen nur einige Arten lebender Körper. Innerhalb dieser Gränzen aber, besteht durchaus eine ähnliche lebende Natur; die sich nicht bloß auf einzelne Classen bezieht; so treffen wir hier nirgend Säugthiere ohne Vögel, diese nicht ohne Amphibien .... an.

Von diesen Gränzen des belebten Theiles der Erde an bis zu jenen Punkten, die dem höchsten Belebtseyn an der Erde entsprechen, und gleichsam in der Erscheinung der Lebensverbreitung an unserm Planeten, die Culminationspunkte darstellen, zeigt sich eine Gradation der Mannigfaltigkeit der Verbreitung, welche Gradation jener ähnlich ist, die man an der Mannigfaltigkeit der Structur an den lebenden Organismen beobachten kann, wenn man dieselben von der untersten Stufe der Vitalität bis zur höchsten, oder vom minimum bis zum maximum der Organisation verfolgt (z. B. vom Infusionsthierchen bis zum Menschen, oder vom Schimmel bis zur Ceder); alles bezieht sich aber hier blos auf Heterogenität; nur die Menge der Geschlechter und Arten ist größer, in den heißen Zonen als in den gemäßigten, und größer in diesen, als in den Polarländern; hingegen findet bei einzelnen Geschlechtern eine ganz entgegengesetzte oder auch gar keine Gradation statt *).

*) Treviranus Biologie.

In der heißen Zone besteht kein so ausgezeichneter Einfluß des Lichts als in den gemäßigten Zonen, indem dort die Luft überhaupt weniger rein, und der Himmel bei einer beständigen schwülen Hitze größtentheils mit schwarzen Wolken bedeckt ist, und da dort die Sonne täglich nur 12 Stunden über dem Horizont verweilt. Auch bietet die heiße Zone vorzüglich reiche Entwickelungen an Thieren und Monocotyledonen mit getrennten Geschlechtern, dar; die gemäßigten Zonen hingegen zeichnen sich vorzüglich durch Dycotyledonen aus, welche letztere mehr vom Einflusse des Lichtes als jenem der Wärme abhängen. Dieses Gesetz erleidet jedoch häufige Ausnahmen, welche in andern Nebenursachen ihren Grund haben; dahin gehören die, manchen Landstrichen ganz eigenen herrschenden Winde, eben so herrschende Trockne oder übermäßige Feuchte . . . . . .

Sehr wunderbar ist es, daß eine auffallende Verschiedenheit in der geographischen Verbreitung der lebenden Organismen, so wie überhaupt in der Energie der Lebensäußerungen bemerkt wird, wenn man sich von der nördlichen zu der südlichen Hemisphäre wendet, und dabei seine Beobachtungen auf gleiche geographische Breiten beziehe. Dieß gilt ganz vorzüglich von der heißen Zone. Wie läßt sich dieß erklären? liegt es in einer verschiedenen Entwickelung des cosmischen Galvanismus, welche ihren Grund in der verschiedenen Structur der beiden Hemisphären hat, indem die nördliche größtentheils festes Land, und vorzüglich reich an Eisen und Kupfer ist, hingegen die südliche größtentheils Meerwasser und reich an Gold und Silber ist? Oder läßt sich dieß Phänomen als eine nothwendige Folge des sich an unserm Planeten, welcher mit allem darauf Befindlichen als ein Einziges, als ein Ganzes in sich Geschlossenes zu betrachten ist, äußernden Anatomismus und Plasticismus der Natur erklären; nehmlich als eine eben so nothwendige Folge dieser Action der Natur als die bestimmte Lage aller sich nach und nach entwickelnden Theile an irgend einer die Perioden ihres Lebens durchlaufenden Pflanze?

Die charakteristischen Kennzeichen der Arten sind in den Tropenländern den lebenden Organismen durch bestimmtere und deutlichere Züge eingeprägt, als in den kältern Klimaten. Auch nimmt die Mannigfaltigkeit und Lebhaftigkeit der Farben an Thieren und Pflanzen gegen den Aequator zu.

Die Säugthiere des festen Landes, Landvögel, Amphibien, Flußfische, Insecten, richten sich in ihrer Verbreitung fast ganz nach den Pflanzen; nicht so die Meerthiere. Bei erstern besteht demnach folgendes Gesetz, wie bei Pflanzen. Die Gleichheit der unter einerlei Breitengrade lebenden Individuen nimmt ab, wie man sich vom Nordpol zum Südpol bewegt. Der Theil einer Zone, welcher bestimmten Thiergattungen entspricht, wird vom Nordpole nach dem Südpole zu, enger (von Norden nach Süden gemessen).

Digitized by Google

Die geographische Verbreitung der Meerthiere hängt ab, von der Verbreitung der Meerzoophyten; bei dieser geographischen Verbreitung besteht weit weniger Mannigfaltigkeit, als bei den Landthieren.

Gewisse Säugthierbildungen sind über die ganze Erde verbreitet, als: Mus, Sus, Canis, Vespertilio, Cervus, Felis, Ursus, Sciurus, Lepus, Erinaceus, Hystrix, Mustela, Lutra. Andere sind in ihrer Verbreitung sehr beschränkt; noch andere erscheinen blos durch Flüsse, Bergzüge, Himmelsstrich isolirt. Die größten Landthiere enthalten Afrika und Süd-Asien; zunächst folgen die Stierarten der nördlichen Hemisphäre. Die gewandtesten, stärksten Raubthiere finden sich in der heißen Zone. Aus einer großen Zahl und Mannigfaltigkeit von Raubthieren in einem Bezirke, läßt sich auf eine reiche Menge von Säugethieren daselbst schließen.

Im Allgemeinen sind die von Vegetabilien, Insekten und Gewürmern sich nährenden Säugethiere, von viel mannigfaltigerer Gestalt, als die ausschließlich von rothblütigen Thieren sich nährenden Säugethiere.

Europa, Nord-Asien und Nord-Amerika, welche gemeinschaftlich in der nördlichen gemäßigten Zone liegen, hängen auf eine gewisse Weise zusammen, und zeigen einen unmerklichen Uebergang des einen zum andern; auch besitzen sie ziemlich ähnliche Thierformen, wovon nur wenige auch der südlichen Erde zugehören.

Ein ähnlicher Zusammenhang zeigt sich unter den tropischen Ländern. Manche Thiere überstreifen aus dem heißen Erdgürtel in die gemäßigte Zone. Australien (Neu-Holland und Neu-Guinea) verhält sich zu Asien, wie Süd-Amerika zu Nord-Amerika, wie Afrika zu Europa. Australiens Fauna ist noch sehr unbekannt *).

c. Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen für sich allein betrachtet, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 19. Wir bemerken an der äußern Form der Crystalle eine außerordentliche Mannigfaltigkeit, die so weit geht, daß wir in vielen Fällen eine bloße Zufälligkeit, einen Uebergang aus der Crystallform in die Formlosigkeit, zu bemerken glauben. Eine größere Einförmigkeit in der Structur bemerken wir, wenn wir allmählig in das Innere des Crystalls dringen; ja höchst überraschend wird die Einförmigkeit, wenn wir durch beständiges Abspalten von Außen nach Innen zu, auf den Kern des Crystalls zu gelangen vermögen, an dem wir eine primitive Form erkennen, die allen Individuen einer Gattung

*) Illigers Ueberblick der Säugthiere — Abhandlungen der physikalischen Klasse der k. Preußischen Akademie der Wissenschaften 1804 — 1811.

zukömmt, mögen auch die äußern Gestalten dieser Gattung noch so sehr von einander abweichen. Bei manchen Crystallen, die sich nicht besagtermaßen spalten lassen, läßt sich die primitive Form durch Berechnung finden, wobei vorzüglich die Richtungen der Reifen und Farbenschichten gut zu statten kommen. (Hauy.)

Wichtig sind folgende Grundsätze aus Hauy's Crystallographie:

Wird ein crystallisirter Körper, welcher (wie er sich in der Natur vorfindet) durch seine äußere Crystallisation blos seine secundäre Form (Forme secondaire) ausdrückt, durch fortgesetztes Abspalten der Blätter (lames de superposition), auf den Kern des Crystalls (noyau) von primitiver Form (forme primitive) reducirt: so läßt sich dieser Kern, durch fortgesetztes Theilen (nach dem Blätterdurchgange) in mehrere integrirende Molekûls (molécules intégrantes) von einerlei bestimmter Form zerlegen. Diese Molekûls sind entweder Tetraeder (einfache Pyramiden), oder dreiseitige Prismen, oder Würfeln. Jede dieser drei Formen ist, je nachdem die gleichartigen Theile verschiedenen Gattungen von Mineralien angehören, auch meistentheils in ihren Dimensionen oder Winkelmaaßen verschieden, und die Fälle, daß die integrirenden Molekûls und der Kern in verschiedenen Gattungen von Mineralien gleichgeformt vorkommen, sind selten. Die Blätter, durch deren Lagerung über einander sowohl die primitive Form des Kernes, als die secundäre Form des Crystalls bestehen, diese Blätter stellen sich als an einander gereihte integrirende Molekûls dar. Das jedesmalige Gesetz dieser Aneinanderreihung bestimmt die jedesmalige secundäre Form des Crystalls, welche letztere sich demnach berechnen läßt.

Nach Hausmann ist der Bestandtheil, wovon der Typus des Mineralkörpers abhänge, nicht nothwendiger vorwaltender Bestandtheil; die verschiedenerlei Bestandtheile haben daher verschiedene specifische Crystallisationskräfte.

Daraus, daß der Crystall auf den Kern von primitiver Form, und dieser auf die integrirenden Molekûls sich reduziren läßt, folgt keineswegs, daß der Crystall in der umgekehrten Ordnung habe entstehen müssen, sondern es ist vielmehr wahrscheinlich, daß jeder secundäre Crystall, gleich vom Augenblicke seiner Entstehung an, in seiner secundären Form existirt habe. Die secundäre, und noch mehr primitive Form eines Crystalls, mag wesentlich von der Natur jener Substanzen herrühren, aus deren chemischer Verbindung der Crystall hervorging, zugleich aber auch von andern auf den Crystallisationsprozeß sich thätig äußernden Nebenumständen (als Dichtigkeit, Temperatur, Zustand von Ruhe oder Bewegung u. s. w., der Flüssigkeit, worin die Crystallisation vor sich ging).

Manche Mineralien haben ein äußeres Ansehen von Crystallisation; aber dieses Ansehen ist trügerisch und erborgt, indem es die Mineralien im weichen und flüssigen Zustande von den sie begränzenden Körpern angenommen haben.

Digitized by Google

Die ungeformten Mineralkörper, wenn gleich von unbestimmter Gestalt, stellen dennoch in ihrem Bruche eine mehr oder weniger bestimmte Crystallisation dar, und deuten hiedurch auf einen Typus zur Crystallisation hin, welcher bei ihrer Bildung unter einem höhern oder niedern Grade von Energie und Selbstständigkeit werkthätig war, allemal aber das Gepräge der Individualität weit schwächer auszudrücken vermochte, als jener Typus, der sich in den crystallisirten Körpern verkündet.

Rücksichtlich der Energie, der individuellen Selbstständigkeit in der Action, verhält sich der Crystallisationstypus am ungeformten Mineralkörper zum Crystallisationstypus am crystallisirten Körper, wie der Typus zum Entwurfe successiver Lebensbilder an der formlosen Lebensmaterie, zum gleichnahmigen Typus am Eye, am Saamen, an der Gemme *).

Die Flüssigkeit ist weder ein crystallisirter Körper, noch ein ungeformter Körper; sie ist der Mutterkörper alles Geformten; aus ihr bildet sich das Crystallinische; aus ihr geht der ungeformte Körper hervor; aus ihr entfalten sich die successiven Lebensbilder an Pflanzen und Thieren, so wie die weniger bestimmten successiven Lebensbilder an Zoophyten und Phytozoen.

Das Flüssige, ein fortwährendes Spiel der äußern Einwirkung, eine Kugel am Tropfen, ein getreuer Abdruck der Gebirge, Thäler und Klüfte am Ozean, ist das der unaufhörlichen und zufälligen Verwandlungen in den äußern geometrischen Umrissen fähige; bei diesen Umwandlungen nach Außen bleibt jedoch die innere Textur unverändert.

§. 20. Im anorganischen Reiche, woran sich der Plasticismus durch geradlinigte Begränzung auszeichnet, ist das erste Erzeugniß im Beginnen der Crystallisation, ein eckig geformtes Blättchen, da es hingegen am Organischen ein hohles Bläschen ist, wo überhaupt die krummlinigte Begränzung prädominirt.

Wird Wasser, das unter dem Gefrierpunkte steht, aber noch nicht in Eiscrystalle übergegangen ist, mit einer Eisnadel berührt, so erfolgt sogleich das Gefrieren des Wassers, alles übergeht in eine bestimmte Crystallform. Werden in eine Auflösung, welche unter günstigen Umständen zu Crystallen anzuschießen geneigt ist, Crystalle von derselben Natur eingetaucht, so wird hiedurch das Anschießen der Crystalle in der ganzen Masse befördert. Es scheint, als bestehe in der flüssigen Masse ein Typus zur Crystallisation, welcher gleichsam noch schlummert, und durch schon bestehende Crystalle, worin der Typus zur Crystallisation schon als geweckter Typus erscheint, in seine Thätigkeit gesetzt wird, welches sich dann durch das Anschießen der Crystalle äußert.

Dieß läßt sich eben sowohl annehmen, als daß jeder Körper den Typus zu allen

*) Dieß wird aus dem Artikel Organismus überhaupt deutlicher werden.

Bewegungen in sich fasse; das im ruhenden Körper der Typus zur Bewegung schlummere; und daß durch einen daran stoßenden Körper, bei welchem der Typus zur Bewegung auf einen gewissen Grad geweckt ist, der schlummernde Typus ebenfalls geweckt werde, wodurch sich in dem vorhin ruhenden Körper die Bewegungsaction äußert, d. h. er bewegt sich nach dem Stoße auch mit einer gewissen Geschwindigkeit fort.

Wir wollen diese Betrachtungen über Crystallisiren und Auflösen einer weitern Entwicklung widmen.

Betrachtungen über Crystallisiren und Auflösen, so wie über die Bedeutung dieser Actionen unter den Naturerscheinungen überhaupt.

§. 21. Ueber das Wesen der Auflösung von Crystallen in einer Flüssigkeit, und umgekehrt, des Uebergangs aus dem flüssigen Zustande in den crystallinischen, läßt sich, wenn man den Gegenstand mathematisch-philosophischen Ansichten unterwirft, folgende Betrachtung anstellen.

Man denke sich eine Quantität von Crystallen, in eine Flüssigkeit eingetaucht, welche letztere die Tendenz hat, jene aufzulösen; man nehme ferner an, daß von diesen Crystallen eine so große Quantität dem Auflösungsvermögen der Flüssigkeit preis gegeben werde, daß, der wechselseitigen Natur der Flüssigkeit und der Crystallen gemäß, letztere nie gänzlich in der Flüssigkeit aufgelöst werden können, sondern daß auch unter den günstigsten Umständen, immer ein Theil der Crystalle als unaufgelöst zurückbleiben müsse.

Der Uebergang aus dem Crystallinischen in den flüssigen Zustand, und der Uebergang aus dem Flüssigen in den crystallinischen Zustand, oder die Auflösung und Crystallisation, sind Aeußerungen des Plasticismus von entgegengesetzter Art. Das Fluidum weckt im Crystallinischen den Typus zu jener Aeußerung des Plasticismus, welche sich auf keine bestimmte Form bezieht; hingegen weckt das Crystallinische im Fluido den Typus zu jener Aeußerung des Plasticismus, welche sich auf eine bestimmte Form bezieht (Crystalle werden im Fluido aufgelöst, und umgekehrt, wird das Anschießen der Crystalle aus einer Auflösung, durch in dieselbe getauchte Crystalle befördert).

Da, der Erfahrung gemäß, die Auflösung der Crystalle, in einer bestimmten Quantität von Flüssigkeit, nicht ins Unendliche fortgeht; und da umgekehrt, die Crystallisation auch nicht ins Unendliche fortgeht, (da in der Mutterlauge immer noch etwas von den Crystallen aufgelöst zurückbleibt), so müssen wir schließen, daß beim Fortschreiten des Auf-

Digitized by Google

lösens, allmählig die Tendenz nach Auflösung, und daß umgekehrt beim Fortschreiten der Crystallisation, allmählich die Tendenz nach Crystallisation abnehme.

Die in die auflösende Flüssigkeit getauchten Crystalle werden eine Zeit hindurch aufgelöst. Hat dieser Proceß eine gewisse Zeit hindurch gedauert, so tritt der Fall ein, daß ein Gleichgewicht zwischen der Tendenz nach Auflösung, und zwischen der Tendenz nach Crystallisation eintritt. Allein, in diesem Augenblicke erfolgt noch kein Stillstand in der Liquificationsaction; da dem Gesetze der Trägheit gemäß (welches aus philosophischen Gründen bei allen Actionen statt finden muß *), die Liquificationsaction deren Typus, durch die Liquificationskraft, nun einmal geweckt ist, so lange fortgehen muß, bis durch eine entgegengesetzte Kraft (die Crystallisationskraft) die Liquificationsaction getilgt werde. Ist dieser Moment eingetreten, so kann wieder kein Stillstand bestehen, indem eine Ueberwucht nach der negativen Seite der Liquificationskraft besteht, (nämlich eine Crystallisationskraft); von hieran übergeht daher die Liquificationsaction in die Crystallisationsaction, und es wird dieselbe abermals im Punkte des Gleichgewichtes zwischen den entgegengesetzten Kräften, nicht stille stehen, sondern sie wird jenen Punkt so weit überschreiten, bis die Crystallisationsaction durch die Liquificationskraft vollkommen getilgt ist (so wie am Pendel die Linse nicht im tiefsten Punkte stehen bleibt, sondern auf der entgegengesetzten Seite so lange fortläuft, bis ihre Bewegungsaction durch die Schwerkraft gänzlich getilgt ist, von wo aus die Linse wieder zurückkehrt, aber auch nun nicht im tiefsten Punkte stehen bleibt, sondern bis zur nächstfolgenden Tilgung fortläuft).

Diesen Ansichten gemäß, müßte im Liquificiren und im Crystallisiren, eine unaufhörliche Oscillation (wie bei einem mathematischen Pendel) bestehen, und dennoch findet dieses in der Wirklichkeit nicht statt (auch die Schwingungen eines physischen Pendels nehmen allmählig ab, und es tritt endlich ein vollkommener Ruhestand ein).

Diese unaufhörliche Oscillation müßte wirklich statt finden, wenn nicht eigene Widerstände, sowohl dem Liquificiren als dem Crystallisiren sich unaufhörlich entgegensetzen möchten. Dergleichen anhaltende tilgende Widerstände, können wir an allen Actionen der

---

*) Das Gesetz der Trägheit findet nicht blos in der Mechanik, nicht blos in allen Actionen der Sinnenwelt statt: sondern auch in den Actionen unseres Geistes. Wir hängen einer Idee, einer fröhlichen oder traurigen Stimmung so lange nach, bis nicht durch äußere Umstände, oder durch innere Selbstbestimmung, dieser Zustand verändert wird. Zerstreuung ist im Grunde nichts anderes, als einer Stimmung von bestimmter Art eine Action entgegensetzen, wodurch jene Stimmung aufgehoben wird. Das Gesetz der Trägheit beziehet sich im Grunde auf nichts anderes, als auf ein Beharren in irgend einem Zustande, bis durch einen hinreichenden Grund dieser Zustand aufgehoben wird. Ist dieß nicht ein allgemeines Naturgesetz, das wir, der Function unseres Denkens gemäß, allgemein anzunehmen, uns nothgedrungen fühlen?

Natur wahrnehmen. Ein phyſiſches Pendel würde unaufhörlich in ſeinen Oſcillationen fortfahren, beſtände nicht der Widerſtand der Luft, jene der Reibung am Zapfen u. ſ. w. wodurch es geſchieht, daß die Pendellinſe bei jeder Oſcillation, auf eine geringere Höhe ſteigt, als jene Höhe iſt, von der ſie herabgelaufen iſt; daher denn die Schwingungsbögen fortwährend abnehmen, bis endlich die Pendelſtange mit der Verticallinie (auf den Horizont bezogen) einen ſo kleinen Winkel (Elongation) bildet, daß das Gewicht der Linſe, welches nach der ſchiefen Ebene ausfällt, wegen der geringen Neigung der ſchiefen Ebene, den Widerſtand der Luft u. ſ. w., nicht mehr zu überwältigen vermag, wo dann das Pendel in dieſer Lage ſtille ſteht *).

Wegen den oben erwähnten Widerſtänden gegen Liquificiren und Cryſtalliſiren, wird dennoch die Oſcillation unter dieſen beiden entgegengeſetzten Actionen, fortwährend abnehmen, bis endlich das Ueberſchreiten auf der einen oder der andern Seite, jenes Punktes, bei welchem unter den entgegengeſetzten Kräften (Liquificationskraft, Cryſtalliſationskraft) Gleichgewicht beſteht, ſo geringe ausfällt, daß die dann ſtatt findende der obigen zwei Kräfte nicht mehr groß genug iſt, um einen jener Widerſtände zu überwältigen. So wie alſo das Pendel aus ſeinen Oſcillationen nicht in jene ruhige Lage gelangt, welche der Richtung der Schwere vollkommen entſpricht, eben ſo wird auch der Ruheſtand, der ſich aus den Oſcillationen, die ſich auf Liquificiren und Cryſtalliſiren beziehen, ergibt, nicht da eintreten, wo zwiſchen Liquificationskraft und Cryſtalliſationskraft Gleichgewicht beſteht. Es wird, rückſichtlich dieſes Gleichgewichtspunktes, zu viel oder zu wenig in der Flüſſigkeit in der Cryſtallmaſſe aufgelöſt enthalten ſeyn, und dieß um ſo mehr, je größer die eben erwähnten Widerſtände ſind. Dieß kann, wie man leicht erſieht, große Anomalieen in den ſogenannten Sättigungspunkten hervorbringen, ſo wie ein Pumpenſchwengel in einer ſehr ſchiefen Richtung ruhig erhalten werden kann.

Da im Allgemeinen die Cohärenz der Theilchen an den Cryſtallen unter einander größer iſt, als die wechſelſeitige Anziehung zwiſchen einem Cryſtalltheilchen, und der ſchon ziemlich geſättigten Auflöſung: ſo wird wohl in den allermeiſten Fällen der Ruheſtand auf jener Seite des Gleichgewichtspunktes eintreten, wo die Cryſtalliſationsaction dieſen Gleichgewichtspunkt überſchritten hat, d. h. die Mutterlauge wird nicht vollkommen geſättigt ſeyn. Hieraus wird folgende aus Erfahrungen bekannte Erſcheinung begreiflich, welche Thenard im 2ten Theile ſeines Traité de chimie anführt: Alle Auflöſungen geben beim Cryſtalliſiren eine ſolche Mutterlauge, die mit pulveriſirtem Salze geſchüttelt (verſteht ſich von derſelben Qualität, als die Cryſtalle die aus der Mutterlauge angeſchoſſen ſind) oft eine beträchtliche Menge deſſel-

*) Strenge genommen, ſteht nämlich kein Pendel, das aus ſeinen Oſcillationen zur Ruhe gelangt, vollkommen in der Richtung der Schwere.

ben auflöst. Hier ist nämlich durch das Pulverisiren der Widerstand gegen Auflösung vermindert worden, daher die Liquification ungehindert vor sich gehen kann, u. s. w.

Ich will nur in einigen Hauptzügen andeuten, wie der hier vorgetragene Gegenstand dem analytischen Kalkul unterworfen werden könne; ich behalte mir aber dessen fernere Entwickelung für die Nachträge vor.

Wir betrachten hier nur eine einzige Oscillation, die allererste, deren Dauer $= a + A$ sey; es sey nämlich die Dauer, binnen welcher die Liquificationskraft wirksam ist, $= a$, hingegen die Dauer, binnen welcher die Crystallisationskraft wirksam ist, $= A$. Am Ende der Zeit a oder zu Anfange der Zeit A, besteht nämlich Gleichgewicht zwischen Liquificationskraft und Crystallisationskraft, in jenem Augenblicke nämlich, wo von der Crystallmasse die Quantität $= m$ aufgelöst ist. Jeden beliebigen Theil der Dauer a oder jener A, bezeichnen wir durch t oder T. Die diesen Zeiten entsprechende Quantitäten aufgelöster Crystallmassen bezeichnen wir durch q und $m + Q$, also wird für $t = a$, das entsprechende $q = m$, und für $T = A$, das entsprechende $m + Q = m + M$, wenn $m + M$ die binnen der ganzen Oscillation aufgelöste Quantität ausdrückt. Während der ganzen Dauer a nimmt die Liquificationskraft fortwährend ab, besteht aber unausgesetzt, daher nimmt die Quantität der Liquificationsaction fortwährend zu. Binnen der ganzen Dauer A nimmt die entgegenwirkende Crystallisationskraft fortwährend zu, daher die Quantität der Liquificationsaction fortwährend abnimmt, bis sie endlich $= o$ wird. Nichts desto weniger nimmt die aufgelöste Quantität, sowohl binnen der Dauer a als binnen jener A beständig zu. (Die Analogie mit der Pendeloscillation ist leicht zu finden, wenn man die relative Schwerkraft, die Quantität der Bewegung, und den durchlaufenen Bogen in Erwägung zieht). Wir bezeichnen durch φ und Φ die den Zeiten t und T entsprechenden Kräfte der Liquification und Crystallisation, und eben so durch ψ und Ψ die entsprechenden Quantitäten der Liquificationsaction. Wir bezeichnen ferner durch φ und Φ die den Zeiten t und T entsprechenden Kräfte, welche sich der Liquificationsaction entgegensetzen (analog der Reibung, dem Luftwiderstande, am Pendel).

Wenn gleich hier das Gesetz der Liquificationsaction gesucht wird, und nicht jenes der Bewegungsaction, so wird doch Jeder, der mit dem Geiste der analytischen Mechanik vertraut ist, den Grund folgender Behauptungen leicht begreifen:

$dq = n\,\psi.\,dt$; ferner $d\psi = I\,(\varphi - \varphi_,)\,dt$; also: $I \int (\varphi - \varphi_,)\,dq = \frac{n}{2}\,\psi^2 + C$. Gesetzt nun, wir könnten φ und $\varphi_,$ als Functionen von q durch $\varphi\,(q)$ und $\varphi_,\,(q)$ ausdrücken, so ließe sich aus obiger Gleichung, der Werth von ψ durch jenen von q ausdrücken, nachdem C so bestimmt worden wäre, daß q und ψ zugleich verschwinden möchten. Sey der solchermaßen für ψ gefundene Ausdruck folgender:

Digitized by Google

$\psi = f(q)$; hieraus folgt $\psi_o = f(o) = o$, ferner $\psi_m = f(m) = h$; es iſt aber $\psi_m = h$ zugleich der Werth, den Ψ dann hat, wenn $Q = o$ iſt.

Wir haben ferner:

$dQ = N. \Psi. dT$; ferner $d\Psi = L(\Phi + \Phi_,) dT$; alſo:

$$L \int \left(\Phi + \Phi_, \right) dQ = C - \frac{N. \Psi^2}{2}$$

Geſetzt nun, wir könnten Ψ und $\Phi_,$ als Functionen von $m + Q$ durch $\Phi(Q)$ und $\Phi_,(Q)$ ausdrücken, ſo ließe ſich aus obiger Gleichung der Werth von Ψ durch jene von Q ausdrücken, nachdem C ſo beſtimmt worden wäre, daß für $Q = o$ der Werth von $\Psi = h$ ausfallen möchte. Sey der ſolchermaßen für Ψ gefundene Ausdruck folgender:

$\Psi = F(Q)$; hieraus folgt $\Psi_o = F(o) = h$, ferner: $\Psi_M = F(M) = o$.

Aus der Gleichung $F(M) = o$, folgt der Werth von M.

Auf ähnliche Art, als hier die binnen der erſten Oſcillation aufgelöſte Quantität $m + M$ analytiſch ausgedrückt wurde, läßt ſich die binnen der zweiten Oſcillation cryſtalliſirte Quantität $m_2 + M_2$ analytiſch ausdrücken, u. ſ. w. Hieraus ergeben ſich die fernern analytiſchen Combinationen über dieſen Gegenſtand, wozu ich hier nur einige Winke geben wollte, da ich zu ſehr vom Hauptzwecke dieſer Schrift abkommen würde, wenn ich jenen Gegenſtand hier erſchöpfen wollte.

§. 22. Höchſt auffallend und noch ganz unerklärlich iſt der Einfluß der Luft auf das Anſchießen der Cryſtalle aus einer Auflöſung, wie dieß Gay-Luſſac vorzüglich gezeigt hat. Man fülle eine Barometerröhre mit Queckſilber einige Centimeter hoch, treibe alle an den Wänden anhängende Luft aus, indem man das Metall zum Kochen bringt; dann fülle man die Röhre ganz voll mit einer warmen und concentrirten Glauberſalzauflöſung, halte ſie mit dem Finger zu, kehre ſie um, und ſtelle ſie in eine Queckſilberſchale; es wird keine Cryſtalliſation entſtehen. Läßt man aber eine ganz kleine Luftblaſe in die Röhre: ſo wird ſie in kurzer Zeit erfolgen.

Wo wir eine Erſcheinung nicht zu erklären im Stande ſind, mögen wir uns begnügen, dieſelbe mit andern correſpondirenden Erſcheinungen zu vergleichen, und ſo, durch hervortretende Analogieen, das Naturgeſetz, worauf dieſe Erſcheinung beruht, zum wenigſten als ein Ahnden in uns hervorzurufen. Und in der That, wie richtig leitet uns oft ein dunkles, nicht deutlich bewußtes Ahnden, wenn wir gelernt haben, die Ausſprüche deſſelben richtig zu deuten?

Die Erſcheinungen der Sympathie und des Antagonismus, welche als einzelne Modificationen einer dynamiſchen Wechſelwirkung überhaupt betrachtet werden müſſen, beſtehen nicht blos an dem Syſteme aller lebenden Geſchöpfe zuſammen genommen, auch nicht ausſchließlich an den einzelnen Organen, welche zuſammen genommen ein lebendes Indi-

Digitized by Google

vidnum darſtellen. Nein dieſe Erſcheinungen treten in der ganzen Natur auf die mannigfaltigſte Weiſe hervor. Dieß läßt ſich ſogar durch geometriſche Conſtruction, bildlich auf eine leicht zu faſſende Weiſe zeigen.

Denken wir uns die gerade Linie ac, und betrachten bei derſelben blos die dynami-

ſche Wechſelwirkung unter den Punkten b und c, nehmen wir ferners an, dieſe Linie ſey um eine vertikale Axe dergeſtalt beweglich, daß ſie in allen Lagen unveränderlich mit einerlei Horizontalebene zuſammen falle. Es erhalte nun durch irgend eine Veranlaſſung, der Punkt c eine Beſtimmung nach irgend einer Richtung hin (z. B. nach Norden): ſo zeigt ſich die dynamiſche Wechſelwirkung zwiſchen b und c auf eine dreifache Weiſe. 1) Iſt die Umdrehungsaxe zwiſchen b und c, ſo hat der Punkt b eine entgegengeſetzte Tendenz als jener c; es beſteht zwiſchen b und c ein Antagonismus. 2) Befindet ſich die Umdrehungsaxe in b, ſo wird der Punkt b durch die Tendenz von c gar nicht influenzirt; es beſteht zwiſchen b und c ein Antagonismus = o, oder eine Sympathie = o, oder ein Indifferentismus. 3) Befindet ſich endlich die Umdrehungsaxe in a, ſo hat der Punkt b dieſelbe Tendenz als jener c; es beſteht zwiſchen b und c eine Sympathie.

Der gasförmige Zuſtand iſt jener der höchſten Expanſion; der cryſtalliniſche jener der höchſten Contraction; zwiſchen dieſen beiden entgegengeſetzten Zuſtänden beſteht das Tropfbarflüſſige als Zuſtand der Indifferenz. Und ſo beſteht die Trias: Gas-Zuſtand, cryſtalliniſcher Zuſtand, tropfbarflüſſiger; ſo wie die Trias beſteht + e, — e und o e; ſo wie die Trias beſteht, warm, kalt, gemäſſigt.

Nach dieſen vorangeſchickten Sätzen kehren wir wieder zur Cryſtallbildung durch Einfluß der Luft zurück, und beziehen unſere Betrachtung 1) auf den Antagonismus; 2) auf den Indifferentismus; 3) auf die Sympathie.

1) Die übergeſättigte Auflöſung, das Tropfbarflüſſige, in Wechſelwirkung gebracht mit Gas, übergeht zum Theil in die cryſtalliniſche Form *). Die Leidner-Flaſche von Innen, mit poſitiv elektriſchen Körpern in Wechſelwirkung gebracht, wird von Auſſen negativ elektriſch. Die Erde in ihrer Oberfläche erhitzt, hat eine Abkühlung in einiger Tiefe

*) Könnte man durch einen eigenen Kunſtgriff im luftleeren Raume einen Theil der Flüſſigkeit zum Cryſtalliſiren bringen, ſo möchten ſich umgekehrt zu gleicher Zeit Luftblaſen entwickeln. Nach den gewöhnlichen Anſichten der Phyſik würde man dieß dadurch erklären, als ſey beim Uebergange aus dem flüſſigen in den feſten Zuſtand, eine Portion Wärmeſtoff frei geworden, welche einen Theil der Flüſſigkeit in dunſtförmigen Zuſtand verſetzt habe.

zur Folge; ſo wie unſere Atmoſphäre, wenn ſie in ihren vom Kugelcentro entferntern Theilen, erwärmt wird, in ihren, am Kugelcentro nähern Theilen abgekühlt wird *).

2) Eine ungeſättigte Auflöſung mit Gas in Berührung gebracht, bewirkt keine Cryſtalliſation. Ein Iſolator mit einem poſitiv elektriſchen Körper in Berührung gebracht, wird hierdurch in keinem Punkte ſeiner Oberfläche, poſitiv oder negativ elektriſch werden. Wird ein vollkommen ſchlechter Leiter an dem einen Ende erwärmt, ſo wird er am entgegengeſetzten Ende weder erwärmt noch erkältet.

3) Wird eine tropfbare Flüſſigkeit mit einem Gaſe in Berührung gebracht: ſo geſchieht es oft daß ein Theil der tropfbaren Flüſſigkeit in Gasgeſtalt übergeht (hier ſagt man gewöhnlich, es beſtehe eine chemiſche Affinität zwiſchen dem Gaſe und der tropfbaren Flüſſigkeit, und es werde letztere in erſterem aufgelöſt). Wird ein Leiter der Elektrizität an dem einen Ende mit einem poſitiv elektriſchen Körper in Verbindung gebracht: ſo äußert er die Action der poſitiven Elektrizität, an jedem andern Punkte. Wird ein guter Wärmeleiter in irgend einem Punkte erwärmt: ſo erſcheint die erhöhte Temperatur in dem ganzen kubiſchen Raume dieſes Körpers.

---

§. 23. Die Erſcheinungen der Capillarität ſind ſo allgemein bekannt, daß ich ſie hier anzuführen für überflüſſig halte.

Die Erſcheinungen der Capillarattraction hat La Place, mit dem höchſten Aufwande analytiſcher Subtilität, auf beſtimmte Geſetze gebracht.

Vor La Place hat Clairaut angenommen, daß die Haarröhrchenkraft merkbar bis in die Axe des Röhrchens wirkt; La Place beweiſet aber durch Verſuche z. B. durch das Fettmachen der Röhre bei Waſſer oder das Beneßen der Röhren bei Queckſilber, in welchen Fällen die Haarröhrchen-Erſcheinungen aufhören, ferner dadurch, daß die Dicke der Röhre die Haarröhrenkraft nicht ändere, daß die Wirkung der Haarröhren nur in unmerklichen Entfernungen merklich ſey.

Ferner nimmt La Place an, daß alle Theilchen eines Flüſſigen ſich gegenſeitig mit einer Kraft anziehen, die nur bis auf unmerkliche Entfernungen reicht; dadurch entſtehe im Innern der Flüſſigkeit gar kein Druck, in der Oberfläche aber ein Druck, der nach dem Innern der Flüſſigkeit hineingeht.

Aus dieſen Annahmen und andern Gründen folgert nun La Place, daß bei Kör-

---

*) Man kann Waſſer, in einer gewiſſen Tiefe eingegraben, zum Frieren bringen, wenn man ſenkrecht über demſelben in einer gewiſſen Entfernung Feuer anlegt. Bei Sonnenaufgang entſteht allemal eine merkliche Abkühlung in jenem Theile der Atmoſphäre, welcher der Erdoberfläche nahe kömmt.

Digitized by Google

pern, die ſich in wahrnehmbaren Abſchnitten von Kugelform endigen, folgendes allgemeines Theorem ſtatt finde: Wenn die Anziehung in unmerklichen Entfernungen merkbar iſt, ſo muß, gleich viel, welches übrigens ihr Geſetz ſey, die Einwirkung eines Körpers, der ſich in eine krumme Oberfläche endigt, auf eine unendlich enge Ader im Innern deſſelben, die in irgend einem Punkte der krummen Oberfläche ſenkrecht auf ihr ſteht, der halben Summe der Einwirkungen zweier Kugeln auf denſelben Kanal gleich ſeyn, welche, die eine mit dem größten, die andere mit dem kleinſten Halbmeſſer der Krümmung, welche die Oberfläche in jedem Punkte hat, beſchrieben würden.

Hieraus läßt ſich die Geſtalt beſtimmen, welche eine ſchwere Flüſſigkeit in einem gegebenen Gefäße annehmen muß.

La Place findet auf dieſe Art, daß in einer cylindriſchen Röhre von unbedeutendem Durchmeſſer der Durchſchnitt einer ſenkrechten Ebene, die durch die Axe gelegt iſt, mit der Oberfläche der Flüſſigkeit eine Kurve von der Art derer bildet, welche elaſtiſche Kurve genannt wird.

Je kleiner der Röhrendurchmeſſer iſt, deſto näher iſt die Oberfläche einem Segmente einer Kugelform, und die Halbmeſſer dieſer Kugelabſchnitte ſind dem Durchmeſſer der Röhren ſehr nahe proportional.

Aus dieſem folgert nun La Place, daß die Höhe, auf welche ſich Flüſſigkeiten in Haarröhrchen von derſelben Materie erheben, verkehrt ihrem Durchmeſſer proportional ſind.

Die convexe und concave Oberfläche der Flüſſigkeiten in Haarröhrchen iſt der Hauptgrund der Haarröhrchenerſcheinungen.

Wirkliche Meſſungen haben gezeigt, daß die Oberfläche der Flüſſigkeiten in Haarröhrchen ſehr nahe halbe Kugeln ſind.

Wenn die Röhrchen geneigt werden: ſo behalten die Oberflächen gegen die Röhrenwände dieſelbe Lage und Größe, und die vertikale Höhe der angehobenen Flüſſigkeit bleibt immer dieſelbe.

Wenn die Anziehung der Materie der Röhre, auf die Flüſſigkeit, und die Anziehung, welche die Flüſſigkeit auf ſich ſelbſt ausübt, einerlei Geſetze unterworfen ſind: ſo findet Folgendes ſtatt: So lange die erſte nicht kleiner als halb ſo groß, als die zweite iſt, ſteigt die Flüſſigkeit; iſt ſie halb ſo groß: ſo bleibt ſie im Niveau, und ihre Oberfläche iſt horizontal. Sind beide Intenſitäten einander gleich: ſo iſt die Oberfläche der Flüſſigkeit hohl, und die Flüſſigkeit ſteigt. Iſt endlich die Intenſität der Anziehung des Haarröhrchens Null oder unmerklich: ſo wird die Oberfläche der Flüſſigkeit conver, und die Flüſſigkeit ſteht unter ihrem Niveau.

In engen hohlen Cylindern mit doppelten Wänden ſteigt die Flüſſigkeit ſo hoch,

als in einem Haarröhrchen, deſſen Halbmeſſer dem Abſtande beider cylindriſchen Flächen von einander gleich iſt. Daſſelbe gilt für parallele nahe Glasſcheiben.

Ein Waſſertropfen geht in einem koniſchen Haarröhrchen gegen das engere, ein Queckſilbertropfen gegen das weitere Ende.

Zwei in eine Flüſſigkeit getauchte parallele und ſehr nahe Ebenen werden immer mit einer berechneten Kraft zuſammengetrieben.

In prismatiſchen Röhren von gleicher Natur, übrigens beliebiger Figur, iſt das Volum des Flüſſigen, welches über das Niveau angehoben, oder unter daſſelbe herabgedrückt wird, dem innern Umfange ihres Horizontal-Schnittes proportional.

Die Höhe derſelben Flüſſigkeit in einem Haarröhrchen bei verſchiedenen Temperaturen, iſt im Verhältniß ihrer Dichtigkeit.

Platten, die zu einander parallele ſehr nahe gehalten, und mit ihrem Rande in eine Flüſſigkeit eingetaucht werden, werden, wenn beide homogen ſind, immer angezogen, ſie mögen das Fluidum anſaugen oder herabdrücken, ſind ſie aber heterogen, z. B. die eine von Elfenbein, die andere von einem fetten Körper: ſo ſtoßen ſie ſich nur dann ab, wenn ſie einander ſehr genähert werden; werden aber angezogen, in dem einzigen Falle, wenn die herabdrückende Kraft der anziehenden gleich iſt, ſonſt immer abgeſtoßen. Aus dieſem erklärt ſich, warum ſchwimmende Körper ſich anziehen oder abſtoßen.

Aus der Haarröhrchenkraft folgt auch, warum kleine feſte Körper auf der Oberfläche von Flüſſigkeiten ſchwimmen; die tragende Kraft iſt ſehr leicht zu berechnen (hier muß der feſte Körper die Flüſſigkeit herabdrücken, denn zieht er ſich an, ſo wird er in die Flüſſigkeit gezogen, und kann nur dann ſchwimmen, wenn er leichter als Waſſer iſt).

§. 24. Wir wollen es verſuchen, die Phänomene der Capillarität ſolchen Anſichten zu unterwerfen, welche von den gewöhnlichen blos atomiſtiſchen Anſichten abweichen, und wodurch zwar die Anwendung des Kalkuls erſchwert wird, wobei aber der Vortheil beſteht, daß ſich die Erſcheinungen der Capillarität an jene der Cryſtalliſation, anreihen, und daß die Theorie über dieſe zweierlei Naturerſcheinungen mit jener Theorie homogen wird, nach welcher ſich alle Erſcheinungen der Natur, bis zu den Functionen des Geiſtes hin, betrachten laſſen. Verliert hiedurch unſer Gegenſtand an Präciſion, an mathematiſcher Beſtimmtheit, ſo gewinnt er andererſeits durch lebendigere, geiſtigere Anſicht des Gegenſtandes.

Digitized by Google

Verſuch einer Auslegung der Cryſtalliſations- und Capillariſations-Erſcheinungen, und deren Bedeutung unter den Naturerſcheinungen überhaupt, feſtzuſetzen.

§. 25. Die Erſcheinungen der Cryſtalliſation und jene der Capillarität, laſſen ſich unter gewiſſe Anſichten bringen, welche von den blos atomiſtiſchen Hypotheſen befreiet, jene beiderlei Erſcheinungen auf einerlei homogenen Geſichtspunkt reduziren, welcher nicht blos auf dieſe Erſcheinungen anwendbar iſt, ſondern ſich auch auf eine unzählige Menge anderer Erſcheinungen beziehen läßt. Nur ſchade, daß ſich hier der Kalkul nicht eben ſo leicht anwenden läßt, als bei jenen atomiſtiſchen Hypotheſen, wo die kleinſten Theilchen von beſtimmten Urformen und mit eigenen Attractionen begabt, angenommen werden.

Ich glaube überhaupt behaupten zu dürfen, daß Epikurs materielle Anſicht der Natur dem Geometer ein weites Feld dargeboten hat, auf welchem dieſer mit dem glücklichſten Erfolge, auf die überraſchendſte Weiſe die Erſcheinungen der lebloſen Natur, beſtimmten Geſetzen zu unterwerfen vermochte. Zu gleicher Zeit aber ſetzt dieſe Anſicht der Natur unſern Unterſuchungen, in allen jenen Fällen, Schranken, wo es ſich um eine höhere Anſicht der Natur handelt, wo das Lebendige, das Geiſtige derſelben, aufgefaßt werden ſoll. Die atomiſtiſch mathematiſche Phyſik wollen wir daher als das Präciſeſte und Vollendetſte, als das Anwendbarſte zur Aufſtellung beſtimmter Geſetze der Natur, wo wir nur das Scelett derſelben betrachten, im höchſten Grade verehren. Allein, wir wollen nicht vergeſſen, daß dieſer erhabene Theil der Naturphiloſophie, ſich nur einſeitig auf einzelne Erſcheinungen der Natur, beziehen laſſe, und daß er ſogleich allen Werth verliere, ja ſelbſt durch ſeine pedantiſche Strenge und inſipide Zahlenform als gänzlich unharmoniſch da erſcheint, wo es ſich um einen lebendigern geiſtigern poetiſchern Anblick der Natur handelt; da, wo nicht gerechnet, nicht nach logiſchen Regeln definirt werden kann, ſondern wo bloß das Mannigfaltige zur Einheit combinirt, in der Idee aufgefaßt werden, wo die Phantaſie die Bilder ſchaffen muß, über welche dann bloß die kalte Vernunft die Critik zu fällen hat, um allen Mißbräuchen der Schwärmerei zuvor zu kommen.

Aus dieſen Betrachtungen folgt keineswegs, daß man die Erſcheinungen am Anorganiſchen bloß nach Anſichten der atomiſtiſch-mathematiſchen Phyſik, hingegen die Erſcheinungen der organiſchen Natur bloß als Reſultat eigenthümlicher Actionen betrachten müſſe. Nein! man muß vielmehr trachten, alle Erſcheinungen der Natur auf ähnliche Anſichten zurück zu führen; und dieſes geht meines Erachtens nur da an, wo wir bloß einerlei Materie annehmen; alle Erſcheinungen an derſelben als von derſelben ausgeübte Action betrachten, und alles quantitativ und qualitativ Verſchiedene bloß als verſchiedene

Digitized by Google

Stimmung des Typus zu dieſer oder jener Action anſehen. So iſt dann verſchiedene Ausdehnung eines Körpers, bloß verſchiedene Stimmung des Typus zur Wärmeaction, nach der ſubjectiven Seite hin, bezogen; — verſchiedene Temperatur bloß die verſchiedene Stimmung des Typus zur Wärmeaction nach der objectiven Seite hin bezogen: — ſo iſt ferners die Bewegung der auf einen beſtimmten Grad geweckte Typus zur Bewegungsaction; — die Entwicklung einer Pflanze von ihrem erſten Aufkeimen an, bis zu ihrem Vergehen, der auf eine beſtimmte Weiſe geweckte Typus zur Lebensaction: ſo iſt endlich das ganze Gebäude zuſammenhängender Ideen, daß ſich im Geiſte erhebt, und ſich ſelbſt bis an das Unendliche hin zu verbreiten erkühnt, nichts anderes, als der auf eine beſtimmte Weiſe geweckte Typus zur geiſtigen Action, die das Unendliche in ſich faſſen kann, da der Geiſt ſelbſt ſeiner Natur nach unendlich iſt.

Dieſe Anſichten vorausgeſchickt, übergehen wir nun zu unſerm Gegenſtande:

§. 26. Bei einer niedern Temperatur der Flüſſigkeit, wobei dieſe (weniger ausgedehnt) wegen des geringern Extenſiven im räumlichen Erſcheinen eines mehr Intenſiven im räumlichen Erſcheinen fähig iſt; in dieſem Falle vermag ein ſchon beſtehender Cryſtall (in welchem der Plaſticismus ſich in einem hohen Grade äußert, in welchem daher der Typus zur plaſtiſchen Action auf einen hohen Grad geweckt iſt) den Typus zur Cryſtalliſation in der Flüſſigkeit dergeſtalt zu wecken, daß die Cryſtalliſation wirklich vor ſich geht (z. B. das Waſſer einige Grade unter dem Gefrierpunkt erkältet, ſchießt zu Cryſtallen an, ſobald es mit einer Eisnadel berührt wird.)

Hier iſt nämlich die kleinſte Veranlaſſung hinreichend, das Erſcheinen der Flüſſigkeit mehr nach der activen als nach der paſſiven, und nach einer entſchiedenen Seite von individueller Selbſtbeſtimmung hin zu wenden. Bei einer höhern Temperatur der Flüſſigkeit, wobey dieſe (mehr ausgedehnt) wegen des mehr Extenſiven im räumlichen Erſcheinen eines weniger Intenſiven im räumlichen Erſcheinen fähig iſt; in dieſem Falle wird zwar durch die Berührung der Flüſſigkeit mit irgend einer Cryſtalliniſchen, das Erſcheinen der Flüſſigkeit nach der activen Seite hin gewandt; allein, nicht mit der oben erwähnten individuellen Selbſtbeſtimmung, ſondern auf eine Weiſe, wobei allemal eine Beziehung auf jenes paſſive Verhalten hervortritt, das der Materie überhaupt zukommt. Wie könnte aber die Materie ſich auf eine allgemeinere unindividuellere Weiſe, von einem tiefern Standpunkte der Selbſtbeſtimmung aus, activ (in ihrem räumlichen Erſcheinen) äußern, als, indem ſie der ſie allgemein beherrſchenden Schwere unmittelbar zuwider handelt, und ſich trotzig ihrer eintönigen Aufforderung widerſetzt. Wird daher das Cryſtalliniſche in eine Flüſſigkeit von höherer Temperatur getaucht (z. B. Glas in Waſſer, Glas in Queckſilber) ſo ſteigt oder ſenkt ſich jener Antheil der Flüſſigkeit, welcher dem Cryſtalliniſchen am nächſten ſteht, und von letzteren am heftigſten aufgefordert wird, von dem allgemeinen

Digitized by Google

Geſetze der Schwere entfeſſelt, ſich activ zu zeigen. Indem nun dieſer Antheil des Flüſſigen am Cryſtalliniſchen auf- und niederſteigt, handelt er ganz im Gegenſatze der Schwere, aber ohne individuelle Selbſtbeſtimmung; er wagt ſo zu ſagen, bloß den erſten Schritt aus dem Reiche der allgemeinen Unterjochung der Materie (die cryſtalliſirende Flüſſigkeit handelt nicht blos activ, wie die am Cryſtalle auf- oder niederſteigende Flüſſigkeit, ſondern zugleich auch mit einem hohen Grade individueller Selbſtbeſtimmung, indem ſie, ohne die Herrſchaft der Schwere zu berückſichtigen, und gerade nur ihr entgegen zu handeln, nach einem innern ſpeziellen Grundtypus, jene räumliche Action ausübt, welche wir an den cryſtalliniſchen Formen wahrnehmen können. Die Flüſſigkeit äuſſert ſich hier, rückſichtlich des Plaſticismus, nicht blos activ, ſondern zugleich mit einem hohen Grade individueller Selbſtbeſtimmung activ).

Das Steigen oder Sinken der Flüſſigkeit am Cryſtalliniſchen, muß mit dem Zunehmen des zur activen Aeuſſerung auffordernden (der Oberfläche des Cryſtalliniſchen) und mit dem Abnehmen des zur activen Aeuſſerung Aufgefoderten (der dem Cryſtalliniſchen nächſt liegenden Flüſſigkeit) wachſen, und hieraus erklärt ſich die Erſcheinung der Capillarität. In engern Haarröhrchen iſt das Auffodernde im Verhältniſſe des Halbmeſſers, das Aufgefoderte im Verhältniſſe des Quadrats des Halbmeſſers kleiner; alſo beſteht hier ein größeres Verhältniß des Auffodernden zum Aufgefoderten; und folglich ſteht, unter übrigens gleichen Umſtänden die ſteigende Flüſſigkeit im engern Haarröhrchen höher, als im weitern.

Warum unter übrigens gleichen Umſtänden eine Flüſſigkeit ſteigt (z. B. Waſſer in Glasröhren) die andere ſinkt (z. B. Queckſilber in Glasröhren) läßt ſich nach dieſen Anſichten eben ſo wenig beantworten, als folgende Fragen *). Warum cryſtalliſirt dieſe

---

*) Die genügende Weiſe, auf welche Laplace dieſe Fragen beantwortet hat, beweiſet den großen Vorzug der atomiſtiſch-mathematiſchen Phyſik, vor der bloß ſpeculativen Phyſik, wenn es ſich bloß um Erklärung, und um Feſtſetzung von Regeln da handelt, wo von einzelnen Fällen der anorgiſchen Natur die Rede iſt, welche ſich bloß auf Bewegung zurückführen laſſen. Würde aber Laplace, der in ſeinen analytiſchen Combinationen wahrhaftig als ein Gott erſcheint, mit dieſen Anſichten, auch nur über die allererſten Fragen der Phyſiologie Aufſchluß geben können? Gewiß nicht! ja vielmehr müßten bei Berückſichtigung dieſes höhern Standpunktes der Natur, jene Anſichten gänzlich verlaſſen werden, wenn man nicht auf jene hölzernen Theorien gelangen möchte, wornach z. B. der Blutumlauf als eine bloß hydrauliſche Erſcheinung erklärt wird. Was die Mechanik des Himmels bis in ihre verborgenſten Tiefen zu ergründen vermochte, wäre nicht einmal im Stande, die Epidermis des Wurms zu berühren. Die lebende Natur kann nur bewundert, angeſtaunt, ihr Walten kann höchſtens geahndet, aber nie begriffen werden. Zu dieſem Ahnden gelangen wir aber nur dadurch, daß wir in allen Naturerſcheinungen einen Grad des Lebens vorausſetzen, hiernach die Charakteriſtik der Erſcheinungen entwerfen, und ſolchermaßen die Geſetze des Lebens in deſſen unterſten Stufe auffaſſen. In der ſuborganiſchen (ſtatt anorganiſchen) Natur, mögen wohl die Lebenserſcheinungen unter jenen getrennten Modalitäten, hervortreten, wobei es uns möglich wird, das Walten des Lebens klarer aufzufaſſen, als da, wo jene Modificationen nur im Conflict mit einander aufgefaßt werden können.

Digitized by Google

Flüſſigkeit ſo, warum jene anders? Warum ſtellt dieſe Pflanze gerade dieſe ſucceſſiven Lebensbilder dar, warum iſt dieß bei jener anders? Warum weckt einerlei Wahrnehmung in dem Einen dieſe, in dem andern jene Idee, ja wohl gar in einem Dritten gar keine Idee? Wer mag dergleichen Fragen beantworten? Wenn einerlei Umſtände in einerlei oder verſchiedenerlei Weſen, verſchiedenerlei Erſcheinungen hervorbringen: ſo müſſen wir in jenem Weſen verſchiedenerlei Prädiſpoſitionen annehmen, wornach der Typus zu irgend einer Action, in dem einen Weſen auf dieſe, in dem andern Weſen auf jene Art geweckt wird. Hätte die Erde gegen die Sonne ein Gravitationsvermögen, das dem Kubus der Entfernung verkehrt proportional wäre, ſo hätte die erſte Wurfgeſchwindigkeit nie die Erde nach einer Bahn getrieben, welche ein Kegelſchnitt wäre.

§. 27. Man könnte gegen die hier aufgeſtellte Theorie über das Cryſtalliſiren bei niederer Temperatur, und das capillariſche Aufſteigen in höherer Temperatur, einwenden, daß ja das Cryſtalliſiren mancher Flüſſigkeit z. B. am Waſſer, wohl bei jenem Grade der Temperatur vor ſich gehe, bei welchem die Flüſſigkeit einen höhern Grad der Dichtigkeit behauptet, daß aber bei dieſen Flüſſigkeiten die Cryſtalliſation nicht eben bei jener Temperatur vor ſich gehe, bei welcher die größte Dichtigkeit beſteht. So z. B. iſt bei 2,736 Grad Reaumur Octogeſimalſcale, das Waſſer am dichteſten, und dennoch cryſtalliſirt es nicht bei dieſem Grade, ſondern erſt bei einigen Graden unter Null. Allein, dieſen Umſtand muß man bloß als eine Anomalie von der Regel betrachten. In keinem Falle trifft ja der Verſuch mit dem Reſultate der Theorie vollkommen überein, da allenthalben gewiſſe Nebenumſtände, eine Abweichung verurſachen. So iſt z. B. die größte wirkliche Wurfentfernung nicht gerade bei einem Neigungswinkel mit dem Horizont $= 45°$ da der Widerſtand der Luft hieran etwas ändert. Es wäre nicht unmöglich, daß das Cryſtalliſiren des Waſſers, bei deſſen Zuſtande der höchſten Dichtigkeit darum nicht ſtatt finde, weil bei dieſem Dichtigkeitszuſtande das Waſſer eine noch zu große objective Wärmeaction ausübt, da es hingegen bei einigen Graden unter Null, eine geringere objective Wärmeaction ausübend, einer höhern ſubjectiven Wärmeaction fähig wird. In dieſem Zuſtande nur, wo die Wärmeaction weniger objectiv beſchäftiget, mehr ſubjectiv wirken kann, vermag ſie jene ſelbſtbedingte plaſtiſche Action hervorzubringen, die ſich als Cryſtalliſation darſtellt.

§. 28. Die Capillaraction zwiſchen Waſſer und Glas (z. B. bei gläſernen Haarröhrchen) äuſſert ſich in ihrer vollen Stärke nur dann, wenn die Oberfläche des Glaſes, längs welcher das Waſſer aufſteigen ſoll, vorläufig benetzt worden. Dieſe Erſcheinung läßt ſich nach der Laplaciſchen Hypotheſe der Anziehung zwiſchen Glas und Waſſer, nicht wohl erklären; denn, wenn dieſe Attraction wirklich beſteht, ſo müßte das Waſſer eben ſowohl an der trocknen, als an der benetzten Wand aufſteigen. Behauptet man auch, daß die im benetzten Haarröhrchen aufſteigende Säule, bloß durch die Attraction gegen jene dünne

Digitized by Google

Wasserschichte aufsteige, welche Wasserschichte die Glaswand benetzt, so hängt endlich doch jene an der Glaswand unmitteibar, daher denn endlich die ganze Erscheinung doch nur auf Attraction zwischen Glas und Wasser zurückgeführt werden muß.

Vielleicht finden wir in unsern Ansichten der Capillarerscheinungen eine genügendere Erklärung jenes Phänomens. Wenn die Glasfläche benetzt wird, so wird eigentlich durch eine äußere Veranlassung eine äußerst dünne Wasserschichte der unmittelbaren Einwirkung der Glaswand ausgesetzt; hiedurch wird in jener dünnen Wasserschichte, der Typus zur Capillaraction (d. h. zur Aeußerung des ersten allgemeinsten unindividuell'sten Grades selbstbedingter Thätigkeit) mit jener Intensität geweckt, welche erforderlich ist, damit jene dünne Wasserschichte den Typus zur Capillaraction in jener Wassermasse wecken könne, welche im Haarröhrchen aufsteigt. Eben so wird ein Körper nicht dadurch entzündet, daß man die Action des entzündenden Körpers auf die ganze Masse des zu entzündenden Körpers vertheilt, sondern indem man, die ganze Action des entzündenden Körpers auf einen kleinen Theil des zu entzündenden Körpers einwirken läßt. Ist einmal in diesem kleinen Theile der zu entzündenden Masse, der Typus zur Action des Brennens auf jenen Grad geweckt, daß in diesem kleinen Theile das Brennen mit einem hohen Grade von Intensität vor sich geht, so übergeht nach und nach die ganze Masse in die Action des Verbrennens, mag man nun das Verbrennen für welch immer einen Prozeß ansehen, für eine Verbindung des verbrennenden Körpers mit dem Oxygene und einer hieraus folgenden Abscheidung des freigewordenen Wärme- und Lichtstoffes; oder aber für eine eigene Erscheinung von unbekannter Natur, wobei die Verbindung mit Oxygen, eine blos die Haupterscheinung begleitende Wirkung ist.

Wenn wir zwischen Glas und Wasser keine ursprüngliche Attraction annehmen, so müssen wir die Resultate des Benetzens der Glaswand, welche ins Wasser getaucht wird, folgendermaßen betrachten:

In der dünnen Wasserschichte, welche der Einwirkung der Glaswand in sehr kleiner Masse ausgesetzt wird, indem man die Glaswand benetzt, wird der Typus zur Capillaraction, zur ersten allgemeinsten Aeußerung selbstbedingter Thätigkeit, der Schwere zuwider, auf einen hohen Grad der Intensität geweckt. Diesem zu Folge, vermag diese kleine Wassermasse, in der größern aufsteigenden, allmählig den Typus zur Capillaraction zu wecken; jedoch, wenn gleich in einem hohen Grade von Intensität, doch nie auf jenen Grad der Intensität, auf welchen der Typus zur Capillaraction, in der dünnen Wasserschichte selbst geweckt ist. Denn, die im Haarröhrchen aufsteigende Wassersäule erreicht nie jene Höhe, bis auf welche die innere Wand des Haarröhrchens benetzt, erhalten werden kann. So kann z. B. ein Haarröhrchen seine ganze Länge hindurch innerlich benetzt, und in diesem Zustande lange Zeit hindurch erhalten werden, indeß die aufgestiegene Säule z. B. nicht

Digitized by Google

über ½ der Länge des Haarröhrchens hoch, erhalten werden könnte. Das Hängenbleiben der Waſſertheilchen, welche die innere Wand des Haarröhrchens benetzen, und ſo einen hohlen Waſſercylinder bilden, betrachten wir, unſern obigen Anſichten gemäß, nicht als das Reſultat der Attraction zwiſchen Glas und Waſſer, ſondern bloß als Reſultat des im hohen Grade intenſiv in jenen Waſſertheilchen geweckten Typus zur Capillaraction, d. h. zur erſten allgemeinſten Aeußerung ſelbſtbedingter Thätigkeit, welche ſich als Gegenſatz der Schwere darſtellt.

§. 29. Nach den hier aufgeſtellten Betrachtungen über die Natur des Cryſtalliſirens (des Uebergehens aus dem flüſſigen in den cryſtalliniſchen Zuſtand, aus der Darſtellung der allgemeinſten zur Darſtellung der ſpeciellen ſelbſtbedingten Form) und des Capillariſirens (des Uebergehens aus der allgemeinſten in jene Form, welche dem erſten Grade einer Selbſtbedingung entſpricht, ohne jedoch eine rückſichtsloſe *) Selbſtbeſtimmung in ſich zu faſſen), wird nicht etwa behauptet, daß durch die ſelbſtbedingte Thätigkeit, welche die Flüſſigkeit in jenen beiden Actionen ausübt, die Action der Schwere, in welcher ſich die Materie bloß paſſiv zeigt, etwa aufgehoben werde. Keineswegs! die cryſtalliſirte Maſſe wiegt nach dem Cryſtalliſiren eben ſo viel, als da ſie ſich noch im flüſſigen Zuſtande befand. Die aufgeſtiegene Säule im Haarröhrchen hat noch daſſelbe Gewicht, als damals wo ſie in der übrigen Flüſſigkeit ſich zerſtreut fand. Die Schwere iſt überhaupt ein Urzuſtand der Materie, an der nie etwas geändert werden kann, mögen auch die Typen zu allen übrigen Actionen in der Materie, wie immer umſtimmt werden. Die Schwere iſt eine Action in der Materie, die gar nie umſtimmt werden kann; daher wir auch die Schwere nicht als eine active Aeußerung der Materie, ſondern bloß als einen paſſiven Zuſtand derſelben betrachten wollen, wozu wir um ſo mehr berechtiget ſind, da uns die exacten Reſultate der phyſiſchen Aſtronomie (woſelbſt die Maſſe als von der allgemeinen Gravitation ergriffen, betrachtet wird) beweiſen, wie ſicher uns dieſe Hypotheſe in unſern Forſchungen leite. Beim Cryſtalliſiren und Capillariſiren bleibt der Einfluß der Schwere auf das urſprüngliche Flüſſige, ſummariſch unverändert; und nur der Plaſticismus äußert ſich in der Flüſſigkeit entweder als gänzlich rückſichtlos gegen die Schwere, oder als im Gegenſatze zu derſelben; da hingegen in der Flüſſigkeit vor dem Eintritte des Cryſtalliſirens und Capillariſirens, der Plaſticismus ganz der Schwere unterthänig ſich äußert, daher

*) Die Form des Cryſtalliniſchen, deutet auf eine rückſichtsloſe Selbſtbeſtimmung in der Ausübung des Plaſticismus hin. Die Cryſtalle bilden ſich nämlich nach beſtimmten geometriſchen Figuren, ohne hiebei etwas Anderes zu berückſichtigen. Hingegen deutet das capillariſche Aufſteigen der Flüſſigkeit, auf das Streben hin, von dem Verhalten der übrigen Flüſſigkeit eine Ausnahme zu machen; es liegt demnach in dieſem Streben eine Beziehung auf den allgemeinen Zuſtand der Flüſſigkeit, von einzelnen ſich abſondernden Theilen derſelben nach jener hin. Dieß Streben iſt demnach nicht rückſichtlos, faßt immer noch eine Beziehung auf das Uebrige in ſich, iſt daher immer noch in einem hohem Grade unindividuell.

Digitized by Google

z. B. das hydrostatische Gesetz, daß bei communicirenden Gefäßen alle Wasseroberflächen in die Oberfläche jenes Kugelsegmentes fallen, welches der Gestalt unserer Erde entspricht, u. s. w.

§. 30. Wenn, wie Laplace und Gay Lussac durch ihre Untersuchungen dargethan zu haben scheinen, im benetzten Haarröhrchen von einerlei Durchmesser einerlei Flüssigkeit, unveränderlich dieselbe Höhe erreicht, möge auch das Haarröhrchen aus welch immer einer Materie bestehen, so würde dieß einen wenigstens geringen Grad von Individualität in jener plastischen Action beweisen, welche die Flüssigkeit im höhern Temperaturgrade dann ausübt, wenn sie zur selbstbedingten Thätigkeit durch das Crystallinische aufgefordert wird. In den niedern Temperaturgraden verhält sich die Flüssigkeit ganz auf dieselbe Weise. Das Crystallisiren derselben ist unveränderlich dasselbe (die Crystalle haben eine und dieselbe Figur) möge auch das Anschließen der Crystalle durch das Eintauchen, von welch immer einem crystallinischen Körper begünstigt worden seyn.

§. 31. Eine Flüssigkeit steigt, unter übrigens gleichen Umständen, im Haarröhrchen höher, wenn die Flüssigkeit dichter, ihrem Frierpunkte näher ist *). Zu gleicher Zeit aber ist dieses Aufsteigen weniger regelmäßig, und es ist von den geringfügigsten äußern Umständen weit abhängiger (daher zieht Laplace, für Versuche über Capillarität, den Alkohol dem Wasser vor, welcher erstere, bei den gewöhnlichen Temperaturgraden, von seinem Frierpunkte sehr weit entfernt ist). Dieß erklärt sich sehr wohl aus unsern hier auseinandergesetzten Ansichten über das Crystallisiren und Capillarisiren, nämlich, über das Uebergehen aus dem passiven Verhalten des Plasticismus, in das active Verhalten des Plasticismus, mit mehr oder weniger Aeußerung von individueller Selbstbestimmung. Bei niedrigern Temperaturgraden, bei einer weniger extensiven Aeußerung der Räumlichkeit, wird die Räumlichkeit intensiver, in einem höhern Grade selbstbestimmend, ausgedrückt; und dieß geht so lange in einem steigenden Verhältnisse fort, bis endlich die Selbstbestimmung in der räumlichen Action, mit dem höchsten Grade von Individualität, im höchsten Grade rücksichtslos auftritt, bis nämlich das Flüssige, nicht mehr bloß im Gegensatze der Schwere, folglich mit Beziehung auf dieselbe, selbsthandelnd, bloß auf- oder niedersteigt, sondern ganz eigene geometrische Formen darstellt, welche auf keine Beziehung mit der Schwere deuten. Wie aber bei abnehmender Temperatur und bei zugleich abnehmendem Extensiven in der räumlichen Action, das Intensive jener Action zunimmt, wie demnach das Unin-

*) Laplace behauptet sogar, daß Höhe und Dichtigkeit sich zu einander proportional verhielten. Allein dieß ist mehr ein Resultat der Hypothese, worauf er seinen Kalkul stützt, als der Versuche; vielmehr weichen die Versuche von Gay Lussac hievon etwas ab (Biot physique 1816. T. I. p. 454.)

dividuelle in der plaſtiſchen Action (des Capillariſiren) ſich dem Individuellen in der plaſtiſchen Action (dem Cryſtalliſiren) nähert; ſo fließt nothwendigerweiſe immer mehr und mehr eine Action in die andere über, ſo erſcheint nach und nach immer mehr und mehr die plaſtiſche Action der Flüſſigkeit als Combination aus den beiden Actionen des Capillariſirens, und Cryſtalliſirens, und folglich wird jene nur als Combination erſcheinende Action, allmählig unbeſtimmter, unregelmäßiger, wie die eine oder die andere Action gegen die andere mehr oder weniger hervortritt.

§. 32. Auf eine ganz analoge Weiſe erſcheint auch das lebende in ſeinen Aeußerungen. Die zoophytiſchen und phytozoiſchen Formationen ſind weit unregelmäßiger, weit mehreren abnormen Darſtellungen in ihren Gebilden ausgeſetzt, äußern eine weit höhere Abhängigkeit von den ſie umgebenden Umſtänden, ſind daher in ihrem ganzen Verhalten weit zufälliger, als die vollkommenen Thiere und Pflanzen. Hier erſcheint die Formation als der deutliche Abdruck aus einem beſtimmten Model, hingegen dort als der verworrene Abdruck aus zwei verſchiedenen Modeln, die ſich im Entwurfe ihrer Abdrücke um den Rang ſtreiten.

§. 33. Auch die Mechanik mag uns hier eine Analogie liefern. Wird ein materieller Punkt nur von einer Kraft, die immer nach einer Richtung wirkt, getrieben, ſo entſteht durch Veränderung in dieſer Kraft blos eine Veränderung am Raume, den der Punkt in einer beſtimmten Zeit durchläuft. Wird aber der Punkt zu gleicher Zeit von zwei Kräften getrieben, die nach verſchiedenen Richtungen wirken, ſo wird durch jede Veränderung, die auch nur an einer Kraft vor ſich geht, an der Bewegung des Punktes (nach der Diagonale des Parallelograms der Kräfte), zu gleicher Zeit die Größe und Richtung verändert; es wird alſo im letzten Falle, wo ſie nicht mehr als Wirken einer Kraft, ſondern als combinirtes Reſultat zweier Kräfte erſcheint, die Bewegung in einer mehrſeitigen Rückſicht veränderlich; ja ſie würde uns als weniger regelmäßig erſcheinen, wären wir nicht im Stande, den Gegenſtand mit mathematiſcher Klarheit bis auf ſeine erſten Gründe zu erforſchen.

§. 34. Es könnte gegen die hier aufgeſtellten Anſichten der Cryſtalliſation und Capillariſation, der Einwurf gemacht werden, daß ſich ja auf die evidenteſte Weiſe, die, in den kleinſten Abſtänden wirkenden Attractionen der kleinſten Theilchen gegen einander, als der unmittelbare Grund des Cryſtalliſirens und Capillariſirens darſtellen, indem ja dieſe Attractionen unmittelbar für ſich wahrgenommen, und als wirklich beſtehend, erwieſen werden können. Die Theile des Cryſtalls hängen mit mehr oder weniger, oft mit ſehr bedeutender Kraft an einander. Wird das Haarröhrchen, in welchem das Waſſer aufgeſtiegen iſt, ganz aus der übrigen Waſſermaſſe gehoben, ſo bleibt die Waſſerſäule im

Digitized by Google

Röhrchen hangen, und da ſie durch ihr Gewicht doch ſenkrecht herabſtrebt, ſo muß eine Attraction zwiſchen Glaswand und Waſſer beſtehen.

Die Attraction zwiſchen den Theilchen des Cryſtalls, ſo wie jene zwiſchen der aufgezogenen Säule und der innern Wand des Haarröhrchens, laſſen ſich allerdings auf keine Weiſe läugnen. Indeß folgt hieraus keineswegs (mag auch der atomiſtiſche Phyſiker, von ſeinen vorgefaßten Anſichten der Erſcheinungen beſtochen, hier eine mathematiſche Conſequenz ſeiner Schlußfolge erblicken), daß dieſe Attractionen die Urſache der capillariſchen und cryſtalliniſchen Erſcheinungen ſeyen. Ja noch mehr! Es folgt hieraus gar nicht einmal, daß jene Attractionen den materiellen Theilen urſprünglich angehörten; ſondern es läßt ſich eben ſo wohl behaupten, daß Cryſtalliſation und Capillariſation, die urſprünglichen, aus ganz eigenen Veranlaſſungen hervorgegangenen Erſcheinungen ſeien, und daß jene Attractionen, die Cryſtallcohäſion und Capillarattraction, bloß die Wirkungen, bloße Nebenerſcheinungen der Cryſtalliſation und Capillariſation ſeyen.

Laßt uns ſehen, ob wir auf dieſem Wege die Erſcheinung verfolgen können, ohne auf Unſinn und Widerſpruch zu gerathen, und ob wir einige Analogie jener Erſcheinungen mit andern Erſcheinungen, zu enthüllen vermögen.

Wenn das Waſſer im Haarröhrchen aufſteigt, ſo tritt die ſpecielle Form aus der allgemeinen Form hervor; jene ſondert ſich von dieſer ab; es beſteht daher ein Streit zwiſchen den Typen nach Darſtellung eines ſchwachen Grades von Individualität und nach Darſtellung von Unindividualität, zwiſchen den Typen nach Aeußerung eines geringen Grades des Activen und den Aeußerungen des Paſſiven. Ganz daſſelbe läßt ſich von der Action des Cryſtalliſirens behaupten; mit der Bemerkung jedoch, daß hier der Streit zwiſchen den Typen nach Aeußerung von Individualität und nach Aeußerung von Allgemeinheit, weit heftiger ſeyn müſſe, als dort; da hier ein weit ſchneidenderer Contraſt hervortritt, wie wir dieß mehrmalen bemerkt haben. Betrachten wir daher die Capillarattraction und die Cryſtallcohäſion bloß als Aeußerungen des Streites zwiſchen den Typen nach Darſtellung des Allgemeinen und Speciellen, ſo faßt dieſe Hypotheſe nicht nur nichts Unſinniges in ſich, ſondern es wird uns vielmehr hieraus ſehr begreiflich, warum die Capillarattraction weit geringer ſei, als im Allgemeinen genommen, die Cryſtallcohäſion.

Statt demnach mit den Atomiſtikern gewiſſe urſprüngliche Geſtalten der kleinſten Theilchen anzunehmen (eine Hypotheſe, die nichts erklärt, da es nicht mehr begreiflich iſt, warum die kleinſten Theilchen urſprüngliche Geſtalten haben ſollen, als warum beſtimmte Geſtalten größeren Maſſen eigenthümlich ſeyn ſollten) und hieraus die verſchiedenerlei Arten der Cryſtalliſation, die Cryſtallcohäſion und Capillarattraction zu erklären; ſtatt dieſer grobſinnlichen allzumateriellen Anſicht, mit welcher man in den Betrachtungen der erhabenern Naturerſcheinungen, als ganz vorzüglich jener der lebenden Natur nicht weit auslangt,

Digitized by Google

ja bei jedem Verſuche, ſich in die höhern Regionen zu erheben, gleich einer plumpen, trägen, bloß von der inſipiden Gravitation beherrſcheten Maſſe ſogleich wieder herabgeſchleudert wird; ſtatt jener Anſichten, unterwerfen wir die Erſcheinungen des Cryſtalliſirens und Capillariſirens ſolchen Anſichten, welche homogen mit jenen ſind, die wir über alle Erſcheinungen der Natur verbreiten dürfen.

Die Attraction erſcheint uns nicht als Urſache des Cryſtalliſirens und Capillariſirens, ſondern bloß als Nebenerſcheinung, als Aeußerung des Streites, welcher jene Phänomene begleitet. — Wenn ein Körper in Bewegung iſt, und an einen langſamer laufenden ſtößt, ſo entſteht zwiſchen beiden Körpern ein Druck, welcher mehr oder weniger heftig iſt, je nachdem die Bewegungsaction in beiden Körpern wechſelſeitig mehr oder weniger umgeändert wird. Jener Druck iſt aber keine urſprüngliche Action der Materie, ſondern weiter nichts als der Streit der beiden Maſſen, deren jede ihre Geſchwindigkeit fortſetzen möchte, welches aber zu gleicher Zeit nicht ſtatt finden kann. — Wenn zwei Körper ſich chemiſch unter einander verbinden, und einen ganz neuen Körper hervorbringen, oder (nach unſerer weniger atomiſtiſchen mehr dynamiſchen Anſicht) wenn zwei Stoffe in jene Wechſelwirkung treten, wodurch eine wechſelſeitige Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action ſo geſchieht, daß die nunmehrigen Actionen mit einander in Harmonie ſtehen, ſo daß wir in dem Verhalten des Körpers einen harmoniſchen Accord in den jedesmaligen zuſammengehörigen Actionen wahrnehmen; ſo äußert ſich der Streit während der Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action durch mancherlei Bewegungen, durch Veränderung der Temperatur, Leuchten u. ſ. w. *). Müſſen wir die Typen zu dieſen Erſcheinungen, als ſchon urſprünglich geweckt, in den Stoffen annehmen? — Wenn die Sonne gegen einen Körper, ohne ihn zu berühren, in jene Lage verſetzt iſt, daß zwiſchen beiden Körpern eine Wechſelwirkung eintreten kann, ſo dürfen wir die Erwärmung des Körpers als Wirkung des umſtimmten Typus zur Wärmeaction betrachten; zugleich aber können wir die Beleuchtung, die Action des Leuchtens am dunkeln Körper, für die Aeußerung des bei jener Umſtimmung der Typen ſtatt findenden Streites anſehen; und das aus dem Grunde, weil die Wärmeaction auch dann noch fortdauert, wenn die Einwirkung der Sonne aufgehört hat; von welchem Augenblicke aber an, die Action des Leuchtens ſogleich aufhört. —

Wenn wir im Geiſte einen Gegenſtand betrachten, ſo iſt dieſe Ausübung des Betrachtens, eine Action, zu welcher der Typus in unſerem Geiſte liegen muß, da unſer Geiſt ſonſt dieſer Action nicht fähig wäre. Dieſer Typus muß auf die mannigfaltigſte Weiſe geweckt werden können, da ja ein und daſſelbe Subject, über eine und dieſelbe Sache in verſchiedenen Zeiten, oft auf die mannigfaltigſte Weiſe urtheilt. Wird durch

*) Dieß wird im Artikel Chemismus weitläuftigee erörtert.

Einwirkung eines andern denkenden Subjects (durch Ueberredung, durch Aufstellung von Vernunftgründen) in dem zuersterwähnten Subjecte, die Ansicht über einen Gegenstand geändert, so ist in jenem der Typus zur reinen Anschauung umstimmt worden. Allein, diese Umstimmung ergab sich nicht ohne einer Art von innerer Gährung, von innerer Unruhe, von Mißbehagen beim ersten Anblicke des Schwankenden in den ursprünglichen Ansichten, und bald darauf des wonnevollen Genusses, eine höhere Klarheit und Ueberzeugung als zuvor errungen zu haben. Und was war diese geistige Ebbe und Fluth wohl anderes als die Aeußerung jenes Streites, von welchem die Umstimmung des Typus zur reinen Anschauung begleitet seyn mußte, wenn jene wirklich vor sich gehen sollte. — Wahrhaftig es wäre schwer, die hier zusammengestellten Erscheinungen unter einerlei homogenen Gesichtspunkt zu bringen, wenn wir das Crystallisiren und Capillarisiren aus bloßen Attractionen von Atomen erklärt hätten, welche letztere bloß nach Verschiedenheit ihrer Urformen, und der hiernach modificirten Attractionen jene wundervollen Erscheinungen hervorbringen sollen. — Ich zweifle zwar nicht, daß sich Erklärungen aller auch der höchsten Aeußerungen unseres Geistes aus gewissen Gruppirungen der Hirntheile oder deren Atome erzwingen ließen. Wäre es aber wohl auch der Mühe werth, dergleichen hölzerne Ansichten zu widerlegen, seit dem die Philosophie der französischen Encyclopädisten in Deutschland, wo man idealerer Ansichten fähig ist, gewürdigt worden?

§. 35. Zwar entfernen wir hie und da durch unsere Art, die Natur zu betrachten, den Kalkul aus der philosophischen Ansicht derselben. Allein ich frage: ist es besser ein Sandkorn im hellsten Lichte zu sehen, dafür aber die ganze übrige Schöpfung in der undurchdringlichsten Finsterniß versenkt zu erblicken; oder sollen wir nicht vorziehen, die ganze Natur in ihrem mystischen Gewande der Dämmerung zu erblicken, wodurch wir Nichts im hellen Lichte wahrnehmen, aber unaufhörlich zum Forschen angereizt werden, ohne jemals die Grenzen desselben zu erreichen? Liegt denn nicht gerade darin der höchste Reiz für das Forschen in der Natur? Allein, weit entfernt die Mathematik aus der Naturphilosophie zu verbannen, fodere ich vielmehr zu deren Anwendung auf, und stelle, so viel ich es vermag, jene Resultate dar, welche durch Anwendung der Mathematik errungen werden können, welche mit der bewundernswürdigsten Genauigkeit mit der Erfahrung übereinstimmen, und durch deren Auffindung der Mensch die unläugbarsten Beweise seines höhern Ursprungs abgelegt hat. Dieß soll uns aber nur nicht veranlassen: entweder Alles den atomistisch mathematischen Ansichten unterwerfen zu wollen, und so auf die unharmonisch'ste Weise die heterogensten Dinge über einerlei Leisten zu spannen, oder bloß jenen Theil der Natur, der nur deren Schaale und Gerippe ausmacht, zu betrachten, und alles Uebrige, das doch eigentlich das Höchste in sich faßt, und eben darum von uns nicht begriffen, sondern bloß bewundert werden kann, keiner Aufmerksamkeit zu

Digitized by Google

würdigen; oder endlich gewiſſe Theile der Naturphiloſophie bloß nach der atomiſtiſch-mathematiſchen Theorie, und andere Theile bloß nach ganz andern Anſichten zu betrachten. Nein! wenn gleich die mathematiſch-atomiſtiſche Methode für die Unterſuchungen, für Aufſtellung von Regeln und Geſetzen, über einzelne abgeſonderte Erſcheinungen die unverkennbarſten Vorzüge mit ſich führt; ſo wollen wir nebenher immer auch trachten, das Ganze der Natur homogenen Anſichten zu unterwerfen; indem wir nämlich die Natur nach der Weſenheit unſeres Geiſtes betrachten, d. h. uns in der Natur, und die Natur in uns abgeſpiegelt zu erblicken uns bemühen. Und ſo erfaſſen wir denn das Erforſchen der Natur von zwei entgegengeſetzten Polen, und verfolgen auf dem jedesmal eingeſchlagenen Wege die Natur, ſo weit wir nur immer können, jedoch immer nur ſo, daß nie ein widernatürlicher bloß durch Willkühr auferlegter Zwang dabei erſcheine. Wir gehen nämlich entweder von räumlichen Anſichten aus, und durchwandeln ſo die Naturerſcheinungen von unten hinauf, ſo weit dieſes wohl angeht, und in der That gelangen wir hiedurch, wenn gleich zu einem geringern Grade von Extenſiven, zu einem hohen Grade des Intenſiven in unſern Anſichten. Oder wir gehen von der Natur unſeres Geiſtes aus und verfolgen aus dieſem höhern Standpunkte die Kette der Erſcheinungen von oben herab oder auch von unten hinauf, wobei uns ein hoher Grad von Extenſiven zu Theil wird, wobei wir die überraſchend'ſten Analogien entdecken, wobei aber kein einzelner Gegenſtand bis in ſein Innerſtes erforſcht wird; indem ja hier die Natur im Gewande des Lebens betrachtet, ſo myſtiſch, ſo mannigfaltig, ſelbſt bedingend, ſo wenig ſteifen und einſeitigen Regeln unterworfen, als das Lebende ſelbſt erſcheint. Kurz! bei dieſer letzten Art ſich an die Natur zu wenden, ſpricht Alles in derſelben, bis auf das letzte Stäubchen; aber in Orakelſprüchen, in Hyperbeln, die nie in algebraiſchen Formeln aufgelöſt werden, die bloß zum Ahnden führen können.

§. 36. Der Anatomismus und Plaſticismus der Natur äußert ſich nicht bloß am Ponderabeln, ſondern auch an den Erſcheinungen, die ſich auf kein ponderables Agens zurückführen laſſen. So beſteht eine beſtimmte Gruppirung der Farben am prismatiſchen Spectrum, an den Erſcheinungen der ſogenannten einfachen und doppelten Strahlenbrechung, der Bahn, welche ein Lichtſtrahl in der Atmoſphäre zu durchlaufen ſcheint, wovon im Artikel Imponderabilismus weitläuftiger gehandelt werden ſoll.

§. 37. Merkwürdig iſt die Einwirkung der Elektrizität auf die Gruppirung der Theilchen am Ganzen. Unſere künſtliche Elektrizität bildet im Staube (verſchiedene) auf Harzkuchen, Sterne mit mehr oder weniger Spitzen, je nachdem ihre Intenſität ſtärker oder ſchwächer iſt; Zirkelflächen und unregelmäßige Figuren nach der Beſchaffenheit der Elektrizität und des angewandten Staubes (Lichtenbergſche Figuren). Eben ſo verhält ſich

Digitized by Google

die natürliche Elektrizität bei der Bildung des Schnees, so daß man aus der Gestalt des Schnees, auf die Art der Elektrizität schließen kann.

§. 38. Newton hat gezeigt, daß, wenn das Farbenbild (Spectrum solare) in 360 Theile getheilt wird, das rothe 45, das orangegelbe 27, das gelbe 48, das grüne 60, das blaue 60, das indigoblaue 40, und das violette 80 dieser Theile einnehmen werde. Vergleicht man dieses Farbenbild mit jenem weißen Bilde, welches man erhalten möchte, wenn das Glasprisma nicht bestünde, so bemerkt man, daß das violette Bild am weitesten, hingegen das rothe Bild am wenigsten entfernt von jenem Standpunkte abstehen wo das weiße Bild bei Abwesenheit des Prisma bemerkt werden möchte. Die übrigen Farbenerscheinungen befolgen in ihren Abständen von diesem Normalpunkte die umgekehrte Ordnung in welcher sie genannt wurden.

Wie dieß eigentlich zugehen mag, läßt sich auf eine, mit andern Farbenerscheinungen sehr übereinstimmende Weise, erklären, wenn man annimmt, das Licht sey eine höchst feine imponderable Materie, welche vom leuchtenden Körper nach dem Beleuchteten hin, sich bewegt, und bei seinem Durchgange durch das Glasprisma bestimmte Abweichungen erleidet; u. z. so, daß die verschiedenen Farbenstrahlen, aus denen man das weiße Licht als zusammengesetzt annimmt, verschiedene Ablenkungen erleiden, u. z. die rothen die geringste, die violetten die größte . . . . .

Untersucht man am Spectrum solare, den Thermometerstand in den einzelnen Farbenbildern, so ist dieser nicht durchgehends einer und derselbe, sondern er zeigt sich im rothen Bilde am größten, im violetten am kleinsten. Ja, was noch auffallender ist, so besteht die höchste Temperatur da, wo über das rothe Bild hinaus kein Farbenbild mehr wahrgenommen wird. Herschel, welcher dieß zuerst entdeckte, fand, daß ein Thermometer im rothen Bilde binnen 10 Minuten um 7° Fahrenheit, hingegen über das rothe Bild hinaus binnen derselben Zeit um 9° Fahrenheit stieg.

Analog mit der vorerwähnten Hypothese nimmt man an, das weiße Licht, bestehe überdieß noch aus eigenen nicht leuchtenden Wärmestrahlen, denen die geringste Brechbarkeit entspricht.

Der nicht sichtbare bloß erwärmende Theil des Spectrum solare soll sich, nach Ritters Versuchen durch chemische Wirkungen auszeichnen, vorzüglich durch Schwarzwerden des Hornsilbers. Dieser Versuch wurde durch Wollaston bestätigt.

Nach H. Davy's Ansichten, muß der nicht sichtbare wärmende Theil des prismatischen Farbenbildes eine Oxydirung bewirken: wenn das Hornsilber als Argentane zugleich aber als Hydrat betrachtet wird. Das Wasser wird hier zersetzt; die Chlorine mit Wasserstoff verbinden sich zu salzsaurem Gase, welches entweicht, und das Silber wird zu Silberoxyd, das schwarz ist.

§. 39. Wenn ein Lichtſtrahl, nämlich dasjenige, was ſich gegen einen widerſtehenden Körper, und an der Waage, nicht als materiell darſtellt, das ſich aber unſerm Geſichte, als ein durch und durch leichtes von prismatiſcher Form, gleichſam als eine leuchtende phyſiſche Linie darſtellt, wenn ein Lichtſtrahl, ſage ich (von deſſen Natur ich hier gänzlich abſtrahire), mit der Oberfläche eines Körpers, einen beſtimmten Winkel α° bildet, und hinter dieſem Körper ein anderer ſteht, ſo wird letzterer beleuchtet, oder nicht. Im erſten Falle heißt der vordere Körper durchſichtig, im zweiten undurchſichtig.

Im erſten Falle wird die Beleuchtung nicht allemal in jenem Punkte ſtatt finden, welcher in der fortgeſetzten Axe des Strahles liegt (hier wird vorausgeſetzt der hintere Körper befinde ſich innerhalb des Körpers, mit deſſen Oberfläche der Strahl den Winkel α an der vordern Seite bildet). Zieht man von dem Berührungspunkte des Strahls mit der körperlichen Oberfläche, eine gerade Linie, nach dem Beleuchtungspunkte des hintern Körpers hin, ſo erſcheint die Axe des Strahls mit jener eingebildeten Linie als eine im Berührungspunkte gebrochene Linie. Es heiße der Winkel, den die eingebildete Linie mit der benannten Oberfläche bildet $= \beta^\circ$, ſo beſteht folgendes Geſetz: Bei allen Veränderungen des Winkels α, und der ſich hier ergebenden Veränderungen am Winkel β°, kommen beide Linien allemal in eine und dieſelbe Ebene zu liegen (dieſe Ebene heiße Brechungsebene), und überdieß beſteht ein conſtantes Verhältniß unter den Sinusen der Winkel $90^\circ - \alpha^\circ$ und $90^\circ - \beta^\circ$. Wohl gemerkt, in ſo ferne an den beiden Mitteln vor und hinter der benannten Fläche nichts geändert wird. Denn, die Abweichung der eingebildeten Linie von der Axe des Strahls wird zunehmen (unter übrigens gleichen Umſtänden), wenn das hinter der Fläche (nach dem beleuchteten Körper hin) beſtehende Mittel an Dichte zunimmt; ferners auch, wenn es an der Fähigkeit zu brennen, zunimmt.

Nach welcher Hypotheſe Newton dieſe Erſcheinung erklärt, iſt jedem Schüler bekannt und wird weiterhin vorkommen.

Auf ähnliche Art läßt ſich das Phänomen der ſogenannten Zurückwerfung des Lichtes beſchreiben und erklären.

§. 40. Wenn ich hier eine äußerſt elementare allgemein bekannte Erſcheinung weitläufig beſchrieben habe, ſo geſchah es darum, weil ſie ganz vorzüglich geeignet iſt, um zu zeigen, wie die Erſcheinung meiner ſchon mehrmals geäußerten Meinung gemäß, von allen hypothetiſchen Vorausſetzungen rein, bloß wie ſie unmittelbar ſich den Sinnen darſtellt, beſchrieben werden ſollte. Eine ſolche Beſchreibung nehme man dann als Baſis der naturphiloſophiſchen Unterſuchungen, Muthmaßungen . . . . . an, betrachte aber immer alles darüber angeſtellte Raiſonnement als bloße Muthmaßungen. Nur auf dieſem Wege wird man von dem falſchen Wahne entfernt bleiben, die Wirklichkeit aus der Idee conſtruiren zu wollen, ohne jedoch in den groben Empirismus zu verfallen. Bei jener Me-

thode, darf man seiner Phantaſie frei die Zügel schießen lassen, indem man hier nicht Gefahr läuft, auf Irrwege zu gerathen, welche auf die ganze Lehre einen Einfluß haben; denn, man kehrt ja allemal wieder zu den Erscheinungen zurück, welche mit dem schlichten Beobachtungsgeiſte, ohne vorgefaßte Meinung beschrieben werden. Ich sprach daher hier nicht vom einfallenden Strahle, vom gebrochenen Strahle, indem dieß schon eine Bewegung des Lichts, und zugleich eine Materialität des Lichtes bedingt. Diese Ausdrücke gehören nicht in die Beſchreibung, sondern in die Erklärung der Erscheinung, man mag dann ein Emanations- oder Vibrationssyſtem annehmen, oder irgend eine andere Hypotheſe, so haben die darin liegenden Irrthümer wenigstens auf die Beschreibung des Phänomens keinen Einfluß.

§. 41. Auf ähnliche Art ließe ſich das Phänomen der sogenannten doppelten Strahlenbrechung, welches durch die sogenannte ordentliche und außerordentliche Strahlenbrechung erklärt wird, ohne alle hypothetiſchen Ausdrücke, ohne daß ſich irgend eine vorgefaßte Meinung einſchliche, vortragen. Allein ich übergehe diesen Gegenſtand hier, da er im Artikel Imponderabilismus vorkommen wird.

§. 42. Wenn wir einen lichten Punkt wahrnehmen *), so erscheint er uns allemal in irgend einem Punkte einer von unserm Auge aus, nach einer gewiſſen Richtung eingebildeten geraden Linie, und hiernach beſtimmen wir den scheinbaren Standpunkt des lichten Punktes. Beſteht zwiſchen dem lichten Punkte und unserm Auge gar nichts Körperliches, oder ein durchſichtig Körperliches von durchaus gleicher Dichtigkeit und Qualität, so läuft die vorerwähnte eingebildete gerade Linie von unserm Auge nach dem lichten Punkte hin. Befinden ſich hingegen zwiſchen dem lichten Punkte und dem Auge eine Reihe von aufeinander folgenden durchſichtigen Körpern, jedoch so, daß sowohl in der geometriſchen Lage der auf einander folgenden Schichten als in der Stärke der Brechbarkeit **) an den auf

*) Lichter Punkt heißt hier ein als Licht erscheinender Punkt; es sei nun dieser ein leuchtender oder beleuchteter Punkt. Leuchtender und beleuchteter Punkt heißt nach unsern Ansichten, wornach wir in unsern Erklärungsweisen nie ſtillſchweigend, eine Hypotheſe mit einſchließen wollen, nicht der lichtausſtrahlende und lichtzurückwerfende Punkt; ſondern wir sagen: wenn unter zwei Punkten, welche beide als lichte erscheinen, jene Wechſelwirkung beſteht, daß durch Vernichtung des Punktes a, der Punkt b zu leuchten aufhört; daß hingegen durch Vernichtung des Punktes b, der Punkt a nicht zu leuchten aufhört, so iſt der Punkt a rückſichtlich der Wechſelwirkung unter beiden Punkten der active, hingegen b der paſſive (obgleich rückſichtlich der Erscheinung des Leuchtens überhaupt, rückſichtlich der Wechſelwirkung zwiſchen dem lichten Punkte und dem Ich, beide Punkte die Action des Leuchtens ausüben, folglich als activ hervortreten); oder nach der gewöhnlichen Sprache iſt dann a der leuchtende, b der beleuchtete Punkt.

**) Ich erinnere hier, daß ich unter Brechbarkeit nicht Abweichung des bewegten Lichttheils von ſeiner Bahn verſtehe, da ich bei Beſchreibung der Erscheinungen jene Ausdrücke vermeide, worin die ſtillſchweigende Voraussetzung einer Hypotheſe liegt. Brechbarkeit bezieht ſich hier auf die Abweichung der Richtung jener eingebildeten Linie, wovon bei Beschreibung des Phänomens der sog-

einander folgenden durchsichtigen Körpern, ein Gesetz der Continuität statt finden; so fällt die vorerwähnte eingebildete gerade Linie mit einer Tangente zusammen, welche im Standpunkte unseres Auges, jene Curve berührt, die als Bahn eines Lichttheils vom Lichtpunkte nach unserm Auge angenommen werden muß, wenn man mit Newton die Hypothese annimmt, daß vom lichten Punkte aus centrale Lichtausstrahlungen vor sich gehen, und daß die ausgestrahlten Lichttheilchen, wie sie von einem Mittel ins andere treten, nach den bekannten dioptrischen Gesetzen Newton's, bestimmte durch analytische Formeln ausgedrückte Abweichungen von ihren jedesmaligen Richtungen erleiden.

Wenn ich gleich hier die Erscheinung nicht ohne Erwähnung der Newtonischen Hypothese beschrieben habe, um leichter verstanden zu werden, so ist hier doch wenigstens die Hypothese als Hypothese ausdrücklich angegeben, und es ist das Ganze so dargestellt, daß man nicht auf den Wahn gerathen kann, als sey die Emanation des Lichts und die angenommenen Abweichungen der Lichttheilchen in ihren Bahnen, etwas aus sich selbst Erwiesenes, eine aus sich selbst erwiesene Wahrheit, welches nicht der Fall wäre, wenn man z. B. sagen möchte: Wenn man einen lichten Punkt durch die vorerwähnte Reihe von durchsichtigen Körpern wahrnimmt, so geschieht dieses dadurch, daß von den ausstrahlenden Lichttheilen diejenigen in unser Auge fallen, die nach Newton's Gesetzen der Ablenkungen der Bewegungen, nach jenen Curven laufen, in welcher Curve unser Auge liegt, daher rapportiren wir den lichten Punkt in Gedanken nach jener Richtung, welche der Tangente dieser Curven an unserm Auge entspricht u. s. w.

Auf der eben beschriebenen Erscheinung beruhen die, für das trigonometrische Höhenmessen und die astronomischen Messungen so wichtigen Gesetze der irdischen und astronomischen Strahlenbrechung, worin vorzüglich hinsichtlich der erstern leider noch so viel Unbestimmtes liegt.

Sehr wichtige Bemerkungen hierüber finden sich unter andern in Tralles Bemerkungen über atmosphärische Reflection der Lichtstrahlen in den Abhandlungen der mathematischen Classe der k. preußischen Academie der Wissenschaften 804—811; wo gesagt wird (ich spreche hier in der üblichen hypothetischen Sprache der Dioptrik, da aus dem Vorhergehenden schon erhellt, wie das Folgende ausgedrückt werden mußte, um die Erscheinung von aller vorgefaßten Meinung frei, unmittelbar wie sie sich darstelle zu beschreiben): Die Bahn, welche ein Lichtstrahl von einem Punkte der Atmosphäre nach einem andern Punkte der Atmosphäre bildet, muß von der gekrümmten Bahn jenes Lichtstrahls merklich

---

nannten Brechbarkeit des Lichts die Rede war, die Abweichung dieser eingebildeten Linie sage ich, von der Are des Strahls, welcher letztere mit der Oberfläche des durchsichtigen Körpers einen Winkel « macht

abweichen, welche dieser von einem wirklichen Punkte der Erde nach dem Auge des Beobachters hin beschreibt; denn jeder der beiden Endpunkte der gekrümmten Bahn in diesem letzten Falle, ist mit einer eigenen Atmosphäre umgeben, und jede dieser beiden Atmosphären äußert (bis an die Gränzen ihres Wirkungskreises) einen eigenthümlichen Einfluß auf die Krümmung des Lichtstrahls. Wie sehr aber die jedesmalige lichtbrechende Atmosphäre von Temperatur-, Feuchtigkeitszustand, von Qualität des Körpers, aus welchem die Atmosphäre sich entwickelt u. s. w. abhänge, ist leicht zu begreifen.

§. 43. Wenn gleich im Forschen über die Natur, jene Methode, wobei nicht zu atomistischen Hypothesen seine Zuflucht genommen wird, wobei nicht an sich unerweisliche materielle Stoffe, und an sich unerweisliche Bewegungen angenommen werden, sondern wobei alle Erscheinungen als Actionen jener Körper betrachtet werden, an denen wir die Erscheinungen wahrnehmen, wobei ferners aus den Erscheinungen der Character der Actionen, und hieraus der Character des Typus der Actionen entworfen wird, wobei daher aller Materie ein Grad des Lebens zugemuthet wird; wenn gleich diese Methode den entschiedenen Vorzug behauptet, daß nur sie einstmalen einen philosophischen Ueberblick der gesammten Natur gewähren möchte; daß nur durch sie die lebende und sogenannte leblose Natur einstmalen als eine ununterbrochene Kette erscheinen möchten; wenn gleich diese Methode keine ursprünglichen Formen und wechselseitigen Lagerungen der kleinsten Theile unter einander zulassen kann, so verdienen doch hier, wo wir vom Anatomismus und Plasticismus handeln, einige sinnreiche Hypothesen über die Gestalt und Lagerung der Atome aus der unzähligen Menge von Absurditäten, die über diesen Gegenstand ersonnen worden, ausgehoben zu werden. Hieher gehört ganz vorzüglich dasjenige, was Dalton in seinem neuen Systeme der Naturwissenschaft annimmt. Es bezieht sich kurzgefaßt auf Folgendes:

§. 44. Weil sich jeder Körper in einen elastisch-flüssigen verwandeln läßt, so muß man schließen, daß derselbe aus einer ungeheuren Anzahl Atomen, welche durch die Kraft der Anziehung zusammengehalten werden, bestehe. Es gibt eine Anziehung der Cohäsion, und eine Anziehung der Aggregation. Die letzten Theilchen der homogenen Körper sind gleich und ähnlich. Jedes Theilchen eines Körpers besitzt nebst der anziehenden Kraft auch eine repulsive, die dem Wärmestoffe zugeschrieben wird. Vermöge dieser berühren sich die Theilchen nicht, und lassen sich bei der Verdichtung einander nähern.

Die rein elastischen Flüssigkeiten bestehen aus Theilchen, welche von weit ausgedehnten aus Wärmestoff bestehenden Atmosphären umgeben sind, indem das Volum der Atmosphäre oft 1000 — 2000 mal das Volum des Theilchens in einem tropfbarflüssigen oder festen Zustande übertrifft. Die Figur des Atomes mag daher wie immer seyn, so wird sie mit seiner Atmosphäre eine Kugel bilden; und zwar werden diese Kugeln alle gleich groß seyn, und sich wie Schrotkörner in horizontalen Schichten geordnet befinden. Wie

können nun den Unterschied der Repulsiv- und Anziehungskraft der Gasarten messen. Dieser nimmt mit der Entfernung der Theilchen im directen Verhältnisse ab. Wenn sich Gasarten ausdehnen, so wird die Wärmeatmosphäre ihrer Elemente immer dünner und umgekehrt dichter, ohne daß hiebei eine Veränderung in der Menge der Wärme erfolge. Unter Größe und Volumen eines kleinsten Theilchens einer Gasart, versteht Dalton den Raum, welchen es im Zustande einer reinen elastischen Flüssigkeit einnimmt. In diesem Sinne genommen, begreift er unter dem Volum eines Theilchens das Volum des vorausgesetzten undurchdringlichen Kerns, verbunden mit der ihn umgebenden, aus Wärmestoff bestehenden, Repulsionskraft ausübenden, Atmosphäre.

Sonst nahm Dalton an, daß die kleinsten Theilchen aus denen die Gasarten bestehen, dieselbe Größe haben, und das gleiche Volumina, gleich viel Theilchen enthalten; späterhin hat er aber angenommen, daß die Atomen der verschiedenen Gasarten nicht von derselben Größe sind, und daß Nachstehendes, wofern nicht in der Folge Gründe für das Gegentheil aufgefunden werden, als Grundsatz hingestellt werden kann, nämlich daß jede Art einer elastischen Flüssigkeit aus kugelförmigen Theilchen, welche alle eine gleiche Größe haben, bestehe, daß aber nicht zwei Arten derselben in der Größe ihrer Theile übereinkommen, vorausgesetzt, daß der Druck der Atmosphäre und die Temperatur dieselben sind. Er denkt sich die Theilchen einer Gasart, auf dieselbe Art geordnet, wie die Theilchen des Wassers, wo je 4 ein Quadrat bilden; ihre Schichten hingegen horizontal, und jedesmal die obern in den Zwischenräumen der untern, so daß die Berührungspunkte 45° über den Mittelpunkt der untern Lage erhaben sind. Bringt man nun eine Gasart mit der Oberfläche einer andern in Berührung, so werden die Berührungspunkte von 45—90° variren können. Dieser Ursache willen muß eine Bewegung erfolgen, und die Theilchen einer Art werden gegen die der andern fortgetrieben werden. Die Theilchen der einen Art sind wegen ihrer verschiedenen Größe, unfähig sich gehörig an die der andern anzuschließen, so, daß demnach unter den Theilchen (heterogenen) so lange kein Gleichgewicht eintreten kann, bis die Theilchen an der entgegengesetzten Fläche des Gefäßes dahin gelangen, wo sie dauernd in Ruhe seyn können, und das Gleichgewicht tritt endlich dann ein, wenn das eine Gas sich gleichförmig durch das andere verbreitet hat. Gasarten sind vollkommen porös, und daher dienen sie nur kurze Zeit dazu, einander zu sperren.

Ehe man untersucht, wie sich in dieser Hinsicht die tropfbaren Flüssigkeiten verhalten, muß man jene Gasarten, die zum Wasser eine Verwandschaft haben, von jenen trennen, die sie nicht haben; dieß geschieht, indem man beobachtet, ob die Elastizität oder irgend eine andere Eigenschaft des elastischen Fluidums, indem es mit Wasser in Berührung gebracht wird, eine Veränderung erleidet. Merkwürdig ist die Erscheinung, wenn in eine Eudiometerröhre, irgend eine der vom Wasser absorbabelsten Gasarten, und hierauf schnell

eine Portion atmoſphäriſcher Luft, treten läßt; ſie zeigt, daß das Waſſer gleichſam ein Sieb für jene, aber keineswegs von dieſer durchdringlich ſei.

Dalton behauptet, daß ſich keine Gasart mit Waſſer vollkommen ſperren laſſe, und daß ſich nach einer gewiſſen Zeit das Gefäß mit atmoſphäriſcher Luft füllen wird.

Nimmt man an, ſagt ferners Dalton, daß alle Aggregate aus feſten Theilchen beſtehen, von denen jedes von einer Atmoſphäre von Wärmeſtoff umgeben iſt, ſo verdient unterſucht zu werden, ob das größere ſpecifiſche Gewicht der Metalle von dem größern ſpecifiſchen Gewichte ihrer Atome, oder von der größern Anzahl derſelben, welches durch ein beſonderes Verhältniß, in welchem ſie gegen den Wärmeſtoff ſtehen, oder durch die größere Anziehung, welche ſie gegen einander haben, veranlaßt ſind, herrühre. Die beiden erſtern dieſer Annahme ſind wahrſcheinlicher, und zwar ſtehen die Gewichte ihrer Atome ſehr nahe im Verhältniß der ſpecifiſchen Gewichte der Metalle, und die Wärmemenge, die dieſe Atome umgibt, iſt nicht größer, ja oft noch geringer, als die eines Atoms Waſſer; dieß rühret aber nicht von einer geringen Verwandſchaft dieſer Atome zum Wärmeſtoffe her, ſondern von der beträchtlichen Anziehung der Aggregation, wodurch der Wärmeſtoff gleichſam ausgepreßt wird. Die Undurchſichtigkeit der Metalle erklärt Dalton daraus, daß ihre Atome größer, z. B. als jene des Waſſers ſind, und eine kleinere Wärmeatmoſphäre, als die Waſſeratome haben; dieſe und jene Atome mit ihren Atmoſphären ſind aber beinahe gleich groß.

d. Anatomismus und Plaſticismus an der Pflanze, ohne Beziehung auf unſern Planeten.

§. 45. Bei der Pflanze beſtehen verſchiedene Grade der Organiſation. Bei Pflanzen iſt dieſer Grad um ſo höher, die Pflanze gehört in eine um ſo höhere Klaſſe, je größer die Zahl der zu derſelben gehörenden heterogenen und homogenen organiſirten Theile iſt. So finden wir das minimum der Organiſation an mehreren Schwämmen, Conferven, Flechten; das maximum der Organiſation an den Dycotyledonen.

§. 46. Bei der Pflanze behauptet eine Klaſſe von Organen eine beſtimmte Stellung gegen's Licht, z. B. die Blätter; andere Klaſſen haben ein Beſtreben nach ſtrahlenförmiger Bildung, z. B. die Befruchtungstheile.

§. 47. Die Pflanzen beſitzen im Allgemeinen keine eigentliche, in Höhlungen des Pflanzenkörpers geſchloſſene innere Organe wie die Thiere. Alles läßt ſich hier in Zellgewebe und Pflanzenfaſern mechaniſch abtheilen. Von Nervenſubſtanz oder Muskeln iſt keine Spur.

Digitized by Google

§. 48. Am Stamme befindet sich unmittelbar unter der Oberhaut das Zellgewebe; dann folgen die Fasern und großen Gefäße. Die Bildung des Zellgewebes nähert sich desto mehr ihrer ursprünglichen blasenförmigen, je näher es der Oberhaut ist. Die großen Gefäße sind von Fasern und von cylindrischem, in verticalen Reihen geordneten Zellgewebe, umgeben; so entstehen jene Bündel die im Stamme, in der Wurzel und den Aesten der Länge nach sich fortziehen. Wenn sich gleich der Saft bloß durch die Zellen auch bewegen kann, so geschieht dieß doch weit langsamer, als durch die Gefäße. Es scheinen daher die Gefäße wesentlich zur Beschleunigung der Saftbewegung zu dienen; auch haben Moose und völlig untergetauchte Pflanzen, wo der Saft keine weiten Wege zu machen hat, bloße Zellen ohne Gefäße *).

§. 49. Der Ast bricht mit der Spitze in einem zusammengezogenen Zustande hervor. Er heißt dann Gemme, Auge. Gewöhnlich befinden sich schon unentwickelte Blätter oder blattförmige Theile, auch wohl Blüthen darin, und wenn das Auge in dem Jahre vor der Entwicklung erscheint, ferner die Blätter und andere Theile darin genau zusammengeschlagen liegen, so nennt man es Knospe.

§. 50. Die Spiralgefäße legen den Grund zu neuen Trieben der Pflanze, indem sie sich an bestimmten Stellen zu Bündeln sammeln, und von ihrer Richtung längs des Stammes abweichen. Pflanzen ohne Spiralgefäße haben überhaupt nur eine sehr beschränkte und unregelmäßige Verästelung.

§. 51. Die Wurzeln enthalten im Allgemeinen kein Mark, es scheint aber hierinfalls doch manche Ausnahme statt zu finden. Zwischen den Wurzeln und den Pflanzentheilen über der Erde befindet sich der Wurzelstock. Betrachten wir daher die Actionen des Wurzelns und des vegetativen Entfaltens außerhalb der Erde, als polarische Aeußerungen der Vegetation, so bezieht sich der Wurzelstock auf die Indifferenz dieser polarischen Actionen; beide erscheinen im Wurzelstocke als zu Null combinirt, wie Aciditat und Alkalität im Neutralsalze; wie + e und — e in oe, u. s. w. **).

Die Querschnitte des Stammes, der Aeste und Wurzeln bilden Holzringe, aber wie es scheint nur bei den Dycotyledonen.

Am Holze soll nach Rumforts Versuchen und den von ihm hieraus gezogenen Schlüssen die Kohle das Skelett bilden, u. z. so, daß dieß Kohlenskelett schon ganz gebildet im Holze vorhanden ist: dieß Skelett soll ferners mit Pflanzenfleisch umhüllt seyn; nur letz-

*) Link Anatomie und Physiologie der Pflanzen.

**) Im Artikel Organismus werde ich über diesen Gegenstand interessante Gesetze vortragen, die sich mir aus neuern Versuchen ergaben.

Digitized by Google

teres soll beim Verkohlen zerstört werden, hingegen bleibt das Kohlenskelett in seiner unveränderten Gestalt, als Kohle zurück *).

§. 52. Die Pflanzen enthalten viel Luft in sich; es ist aber nicht wahrscheinlich, daß hiezu ganz eigene Luftgefäße bestehen, sondern man kann vielmehr annehmen, die ganze Pflanze sey von Luft durchdrungen, und zwar am reichlichsten nach der Oberhaut zu, am wenigsten im Marke.

§. 53. Der gefärbte Saft der Pflanzen, z. B. der Milchsaft, sammelt sich in eigenen Aushöhlungen zwischen den Zellen; diese Aushöhlungen müssen mit den Zellengängen nicht verwechselt werden.

Zwischen den Zellen finden sich öfters eigene Lücken, welche Luft enthalten; allein diese sind in ihrem Vorkommen und in ihrer Lagerung so zufällig, daß sie nicht als eigentliche Luftbehälter betrachtet werden dürfen.

§. 54. Das Mark aus dem Stamme setzt sich nicht in den Blattstielen fort.

Das Blatt besteht aus Holzbündeln oder Blattnerven, bei denen sehr bestimmte Verästelungen wahrgenommen werden; jedoch äussert sich hier die Action des Anatomismus und Plasticismus vorherrschend nach den zwei Dimensionen Länge und Breite, sie äussern sich vorherrschend nach der Fläche, nicht nach dem kubischen Raum. Zwischen jenen Verästelungen der Blattnerven ist das Parenchym vertheilt. Auch dies Parenchym äussert in seiner Gruppirung die prädominirende Tendenz nach der Fläche, welches jedoch bei dicken fleischigen Blättern in einem niedern Grade der Fall ist.

§. 55. Die epidermis der Pflanzen besteht aus den obern Wänden der Zellen.

Spaltöffnungen sind kleine längliche Oeffnungen der Oberhaut, die sich nach Umständen vergrößern oder verkleinern. Sie mögen als Einsaugungsorgane für Wasserdämpfe aus Atmosphäre, vielleicht auch als Excretionsorgane dienen. Wasserpflanzen haben dergleichen nie an untergetauchten Theilen. Sie fehlen durchaus den Wurzeln, sind aber am häufigsten an der untern Seite der Blätter; überhaupt besitzen die der Luft ausgesetzten grünen, nicht zu dichten Theile, die meisten Spaltöffnungen.

Papillen werden durch Zellen der Oberfläche gebildet, welche von häufigem Safte strotzend, sich über die Oberfläche erheben; ihre Function ist Einsaugung des Saftes; am häufigsten werden sie am Stigma und den Spitzen der Wurzeln gefunden.

Die Haare der Pflanzen mögen Excretionsorgane seyn, und als Schutz des Saamens . . . . . dienen.

§. 56. Die Knolle ist eine von der Mutterpflanze sich trennende Anhäufung von Zellgewebe, worin Bündel von Gefäßen in mannichfaltigen Richtungen zerstreut liegen.

*) Gilberts Annalen 1813 Heft 9. Calorimetrische Versuche vom Grafen von Rumfort.

Digitized by Google

Wo ſich dieſe Gefäße ſammeln, entſpringt eine Gemme, wovon eine Knolle oft mehrere abgibt.

Die echte Zwiebel (bulbus) iſt eine Gemme mit Blättern auf dem breiten Wurzelſtocke. Während der Stamm Blätter oder Blüthen treibt, kommt ſie an der Seite deſſelben hervor, und entwickelt ſich das Jahr darauf, nachdem der vorige Stamm verwelkt iſt. Wir ſehen dieſes an den Tulpen, Hyacinthen u. ſ. w. Die unechte Zwiebel iſt hingegen davon verſchieden. Sie entſteht aus dem untern, dicker und ſaftig gewordenen Theile der Blätter, indem der obere vertrocknet, und endlich die Gemmen oder eigentlichen Zwiebeln für den Trieb des künftigen Jahrs gleichſam in den Blattwinkeln eingeſchloſſen erſcheinen. Die Allia geben hievon Beiſpiele. Zuweilen wächſt der Stamm niederwärts, und treibt dort einen neuen Wurzelſtock (Allium descendens).

Blüthe. Hieher gehören die Geſchlechtstheile, und was mit ihnen dieſelbe Gemme oder Ramification ausmacht. Die Blüthe ſitzt auf dem Blüthenſtiele, iſt aber früher vorhanden, als dieſer; wo ſie entſpringt, erweitert ſich der Blüthenſtiel (wie der Stamm, wenn er eine Gemme treibt); dieſe Erweiterung des Blüthenſtiels iſt der Blüthen-Boden. Die Rinde des Blüthenſtiels vergrößert ſich, die äuſſern Holzbündel trennen ſich von einander, biegen ſich ſeitwärts, und laufen zur äuſſern Blüthenhülle oder zum Kelche. Aus dieſem, nachdem ſie ſich ſeitwärts gebogen haben, entſpringen andere, oder ſind jenen gleichſam eingeimpft, welche zu der Blume und den Staubfäden laufen. Unter denſelben und früher, da, wo die äuſſern ſich ſeitwärts lenken, gehen Holzbündel gerade zum Innern des Fruchtknotens, oder zum Saamen über, und ſchicken oft ein Nebenbündel in die äuſſern Theile der Frucht. Der Fruchtknoten iſt oft ſchwer vom Kelche zu unterſcheiden. Der Kelch macht die äuſſere, die Blumen die innere Hülle der Blüthe aus. Bei vielen Blumen ſchwitzt ein ſüßer Saft aus den Zellen. Vielen Blüthen fehlt die Blume. Die Staubfäden (stamina) ſind die männlichen Geſchlechtstheile, und beſtehen aus dem Träger, Staubbeutel, Blüthenſtaube. Die Staubwege (pistilla) ſind die weiblichen Geſchlechtstheile, befinden ſich gewöhnlich auf dem Fruchtknoten (germen), und beſtehen aus den fadenförmigen Griffeln, welche die mit Papillen beſetzten Narben (stigma) tragen; zuweilen ſtehen die Piſtillen geradezu auf dem Blüthenſtiele, und haben den Fruchtknoten um ſich liegen *).

Bei einigen Pflanzen befinden ſich die männlichen und weiblichen Geſchlechtstheile in einerlei Blüthe, bei andern in verſchiedenen Blüthen derſelben Pflanze, endlich bei andern nur in den Blüthen zweier verſchiedener Pflanzen von einerlei Art. Es gibt

*) Link Anatomie und Phyſiologie der Pflanzen.

aber auch Pflanzen, bei denen keine Geschlechtstheile entdeckt werden können, wohin die cryptogamischen Gewächse gehören.

§. 57. Der Saame (gleichsam an der Pflanze das, was das Ei bei den eierlegenden Thieren ist) hat eine in sich geschlossene Form, und kündet hiedurch sein unabhängiges Verhalten gegen die Mutterpflanze an. An demselben besteht die äussere und innere Haut; die Nabelschnure, wodurch er während seiner Entwickelung, bis zu seiner vollen Reife, mit der Mutterpflanze verbunden ist; der Embryo jener Theil, woraus sich die junge Pflanze gleicher Art auf die unbegreiflichste Weise entfaltet; man möchte sagen, jener Punkt, von wo aus die vegetative Action ihren ersten Anlauf nimmt, um von da aus nach einem bestimmten Gesetze der Continuität die successiven Lebensbilder der Pflanze darzustellen. Der Embryo ist gewöhnlich von Albumen umgeben (welches aus Parenchym, Stärkmehl, Schleim besteht). Der Embryo besteht aus dem punctum saliens, und einerseits dem Wurzelkeime, andererseits dem Licht- oder Blüthenkeime*). Aus dieser Trias geht alle künftige Vegetation hervor. Der Cotyledon ist das dienende Organ punctum saliens, so wie das Perisperma das dienende Organ des Cotyledon ist.

Ueber die Gestalt, Lage, Anzahl und das Vorkommen überhaupt der Cotyledonen, sind die Meinungen noch sehr getheilt; so betrachtet Wildenow alle Gewächse als Dycotyledonen, Salisbury die meisten Monocotyledonen als Acotyledonen u. s. w. Ein gründliches Forschen in das Wesen der Cotyledonen kann, wie dies Jussieu vorzüglich gezeigt hat, für eine wissenschaftlichere Classification der Pflanzen, als die bisherige ist, eben so den Grund legen, als Hauy's crystallographische Gesetze zu einer wissenschaftlichen bestimmten oryctognostischen Classification der Mineralkörper.

Der Saame wird gewöhnlich, entweder als ein einziger Theil, oder zu mehreren zugleich durch das pericarpium eingeschlossen.

e) Anatomismus und Plasticismus an Zoophyten und Phytozoen ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 58. Die Zoophyten und Phytozoen bestehen größtentheils aus Zellgewebe, und zeigen zuweilen Spuren von Muskelfasern, aber nie von Nervensubstanz. Die Bewohner der Conchylien haben eigene Muskeln zur Bewegung ihrer Schaalen. Die Zoophyten und Bewohner der Corallen haben keine sichtlichen Muskelfasern, besitzen aber ein

*) Der Ausdruck Lichtkeim beruht auf einer Hypothese, die nach meinen Versuchen falsch ist, wie dieß im Artikel: Organismus gezeigt werden wird.

Digitized by Google

ausnehmendes Contractionsvermögen in ihrem gallertartigen Parenchyma. Das wesentliche innere Organ ist bei ihnen bloß Verdauungswerkzeug; die Gestalt der Zoophyten und Phytozoen ist strahlenförmig.

f) Anatomismus und Plasticismus am Thiere, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 59. Das Thier läßt sich durch das anatomische Messer in Zellgewebe, Muskelfaser und Nervensubstanz zerlegen.

Es besitzt in seinem Innern wenigstens zwei Organe, nämlich Herz und Darmkanal.

Der Thierkörper unterscheidet sich im Allgemeinen durch Symmetrie in der äussern Gestalt.

Es besteht eine Gradation in der Organisation. Das maximum und minimum derselben bezieht sich auf die größere oder geringere Anzahl ungleichartiger Organe in einerlei Individuo, und hiernach ließe sich vielleicht eine Stufenleiter der thierischen Vollkommenheit vom Menschen bis zum Infusionsthiere aufstellen. Steigt man dieser gemäß vom Menschen zu den niedrigsten Thierklassen herab: so bemerkt man Folgendes merkwürdige Gesetz: Die Größe des Gehirns im Verhältniß mit der Dicke der Nerven nimmt allmählig ab; zugleich nimmt aber die Größe der Nervenknoten zu. Die Blutmasse nimmt verhältnißmäßig zur Masse des ganzen Körpers ab. Die im Gehirne circulirende Blutmasse im Verhältniß zur Blutmasse im Thiere, nimmt allmählig ab. Eben so bemerkt man ein Abnehmen an der verhältnißmäßigen Größe des Herzens.

§. 60. Hier folgen die wichtigsten Sätze aus der vergleichenden Anatomie der Thiere, wornach vielleicht einst eine wissenschaftlicher gegründete Classification der Thiere hervorgehen wird, als die bisher angenommene ist. Ich habe mich hier an Blumenbachs vergleichender Anatomie vorzüglich gehalten.

Vergleichende Anatomie der Thiere*).

I. Gerippe.

§. 61. Säugethiere. Schedel mit echten Nähten; Gebiß, unbewegliche Oberkiefer; os intermaxillare; zwei condyli occipitales; sieben Halswirbel; sieben bewegli-

*) Blumenbach, vergleichende Anatomie.

che Rückenwirbel; geschlossenes Becken; selten wahre Schlüsselbeine; das prominirende Kinn ausgezeichneter Character der Humanität, so wie die Kürze des Unterkiefers verhältnißmäßig zum Schedel. Alle rothblütigen Thiere besitzen Rückgrat, hingegen kein weißblütiges. Alle Quadrupeden besitzen sieben Halswirbel, wie der Mensch. Nur der Mensch besitzt ein vollkommen geformtes Becken.

§. 62. Vögel. Hirnschaalenknochen, keine Nähte, wie bei Säugethieren. Quadratknochen am Unterkiefer, in der Ohrgegend ein condylus occipitalis, Schnabel; zahnlose Kiefer; Becken durch einen breiten, einfachen Hüftknochen gebildet; Knochenbau der untern Extremitäten einfacher, als bei Säugethieren.

§. 63. Amphibien. Schildkröten; zahnlos, os intermaxillare am Oberkiefer; Rumpf mit den beiden großen Schaalen verwachsen; sonderbare Form und Lage der Schulterblätter und Schlüsselbeine.

Frösche und Kröten. Gaumen, Kieferzähne, kurzes Rückgrat, keine Rippen, sonderbare Einrichtung an Vorderarmröhre und Schienbein.

Eidechsenartige Amphibien; große Kiefer und enge Hirnhöhle; zahlreiche Zähne, wo anfänglich immer ihrer zwei wie Tuten in einander stecken; sonderbares sternum abdominale.

Schlangen. Bewegliche Oberkiefer; zahlreiche Rückgratswirbel oft über 300; zahlreiche Rippenpaare; kein Brustbein.

§. 64. Fische. Finnen an besondere Knochen eingelenkt; überhaupt viele lose, vom übrigen Skelett abgesonderte Knochen. Fischgräten.

II. Schlund und Magen.

§. 65. Ein Magen; vier Mägen, u. s. w.

Verschiedene Structur des Schlundes bei Fleisch- und Pflanzen-fressenden Säugethieren und Vögeln.

Bei den Insekten ist mehrentheils der Magen im Larvenzustande sehr groß; hingegen im vollendeten Zustande zusammengeschrumpft; und überhaupt scheint das Ernährungsgeschäft bei den Insekten nicht so sehr auf die Selbsterhaltung, als vielmehr darauf abzuzwecken, daß sie organisirte Materie consumiren.

III. Darmkanal.

§. 66. Im Allgemeinen (jedoch mit Ausnahme) ist der Darmkanal bei Fleischfressenden verhältnißmäßig kürzer, auch sind hier die dünnen Därme von den dicken weniger verschieden, als bei Herbivoren.

Der Darmkanal ist bei Vögeln allgemein kürzer, als bei Säugethieren.

Digitized by Google

Bei Fiſchen ſehr kurzer Darmkanal. Appendices pyloricae, wie kleine freihängende Blinddärmchen zu Anfang des Darmkanals, zur Ausſcheidung eines Darmſafts.

Aehnliche Blinddärmchen bei Inſekten und Würmern.

IV. Leber, Milz, Netz.

§. 67. Leber viel allgemeiner im Thierreiche angetroffen, als Milz und Netz.

Ein eigentliches Netz mag bloß den Säugethieren zukommen.

Bei Amphibien allgemein große Leber; die meiſten beſitzen eine Gallenblaſe.

Gallebereitendes leberähnliches Organ mag bloß jenen Inſekten zukommen, die ein Herz und Syſtem von Saftgefäßen beſitzen.

V. Harnwege.

§. 68. Harnwege ausſchließlich den rothblütigen Klaſſen eigen; manchen Ordnungen und Geſchlechtern derſelben mangelt die Blaſe, aber allen kommen Nieren zu.

Bei reißenden Thieren iſt Blaſe verhältnißmäßig kleiner, als bei Herbivoren; am größten iſt ſie bei wiederkauenden bisulcis.

Die Blaſe mangelt den Vögeln durchgehends.

VI. Aeuſſere Bedeckungen.

§. 69. Die allgemeinen Integumente erſcheinen überhaupt als reinigende Organe, vorzüglich bei rothblütigen Thieren.

Rückſichtlich der Oberhaut beſteht vorzüglich bei den mit Lungen athmenden Thieren die größte Aehnlichkeit.

Haare vorzüglich den Säugethieren, Federn vorzüglich den Vögeln, eigen.

Bei Amphibien wird Oberhaut häufig abgeſtreift.

Fiſche größtentheils mit Schuppen bedeckt, die nicht wie Haare und Gefieder gewechſelt werden, ſondern perenniren. Die Hautfarbe mancher Fiſche richtet ſich nach der Farbe ihrer Leber.

VII. Mancherlei beſondere Secretionen.

§. 70. U. ſ. w.

VIII. Herz und Blutgefäße.

§. 71. Ein wahres vollſtändiges Circulationsſyſtem, wobei dem Centralorgane deſſelben, nämlich dem Herzen, rohe Säfte aus den abſorbirenden Gefäßen durch Blutadern zugeführt werden, und aus welchen dagegen Schlagadern zur Secretion nach den abſchei-

Digitized by Google

denden Drüſen und drüſenartigen Eingeweiden gehen; ein ſolches Syſtem mag bloß den rothblütigen Thieren eigen und allgemein ſeyn, deren Herz überdies einen Herzbeutel beſitzt.

Theile eines ähnlichen Syſtems kommen auch manchen Geſchlechtern in den beiden weißblütigen Klaſſen zu.

Nur der Lage nach, nicht dem innern Baue nach, unterſcheidet ſich das Herz der übrigen Säugethiere vom Herzen des Menſchen.

Beim Vogel iſt der rechte Ventrikel, ſtatt mit einer membranöſen Klappe (wie bei Säugethieren in beiden Herzkammern und bei Vögeln in linker Herzkammer) mit einem ſtraffgeſpannten Muskel verſehen, wodurch das Blut aus der rechten Herzkammer kräftig getrieben werden kann.

Das einfache Herz der Amphibien iſt ſehr verſchiedentlich gebaut.

Beim Fiſche iſt das Herz verhältnißmäßig klein und einfach gebaut.

Ueberhaupt haben kaltblütige Thiere verhältnißmäßig weniger Blutmaſſe und Blutgefäße, als warmblütige; hingegen mehr (aus dem Arterienſyſteme entſpringende) vasa decolora.

Bei Zoophyten, ohne Herz und Circulationsgefäßen, geſchieht die Ernährung bloß durch unmittelbare Einſaugung des Nahrungsſaftes aus der Bauchhöhle ins gallertartige parenchyma.

IX. Abſorbirende Gefäße.

§. 72. Ein Syſtem, von eigentlichen abſorbirenden Gefäßen (wohin vorzüglich gehören: aus dünnen Därmen entſpringende Milchgefäße, die übrigen lymphatiſchen Gefäße, die glandulae conglobatae, der ductus thoracicus), iſt allgemein nur bei rothblütigen Thieren anzutreffen.

Bei Säugethieren iſt abſorbirendes Syſtem am vollſtändigſten; auch unterſcheidet ſich hier der Chylus der Milchgefäße von der Lymphe der übrigen einſaugenden Gefäße.

Beim Vogel unterſcheiden ſich Milchgefäße nur durch ihre Lage und Function von übrigen lymphatiſchen Gefäßen; bilden keine Gekrösdrüſen; der ductus thoracicus iſt gedoppelt.

X. Reſpirations-Werkzeuge.

§. 73. Die Reſpirationen, wodurch das Thier Sauerſtoff aufnimmt, zugleich Waſſerſtoff und Kohlenſtoff umſetzt, geſchieht bei Säugethieren, Vögeln, Amphibien, durch Lungen, bei Fiſchen durch Kiemen, bei Inſekten und Würmern durch Luftröhren und andere analoge Werkzeuge.

Bei Säugethieren kommen die Lungen der Quadrupeden mit den menſchlichen

überein; nicht so die Lungen der Cetaceen und Palmaten, wo sie fester ohne Einschnitte mit Zwerchfell verwachsen erscheinen.

Beim Vogel ist die Lunge verhältnißmäßig klein, liegt ausserhalb der Brusthöhle, und steht in Verbindung mit markloſen Luftknochen und mit membranösen Luftsäcken, aus welchen letztern mittelst eigener Muskeln die Luftvorräthe in die Lunge getrieben werden. Diese Einrichtung mag das Fliegen erleichtern, und die Nothwendigkeit eines unaufhörlichen Athmens beseitigen.

Die Lungen der Amphibien sind verhältnißmäßig sehr groß und von sehr lockerer Textur.

Beim Fische, welcher Kiemen statt Lunge besitzt, wird Wasser (das mit atmosphärischer Luft geschwängert ist) ein- und ausgeathmet; und zwar geschieht das Einathmen durch den Rachen, hingegen das Ausathmen durch die Kiemenöffnungen.

Viele Fische besitzen Schwimmblasen, die vielleicht als Luftbehälter dienen.

Kein Insekt athmet durch den Mund. Das Respirationsgeschäft geht bei vielen Insekten an der Larve anders vor sich, als am ausgebildeten Insekte.

XI. Stimmwerkzeuge.

§. 74. Wahre Stimme kömmt nur jenen Thieren zu, die mit wirklichen Lungen athmen; und selbst unter diesen sind mehrere stumm. Mehrere derselben haben Stimme, und sind nur in gewissen Erdstrichen stumm (z. B. die Hunde in manchen Gegenden Amerika's.)

Bei den meisten Säugethieren ist die Stimmritze vorn mit dem Kehldeckel versehen, und sind die Seitenränder der Ritze durch die doppelten Stimmbänder gebildet, zwischen welchen die Stimmhöhlen liegen. Bei Mehreren werden gewisse Töne noch durch andere Organe gebildet.

Bei den meisten Vögeln besteht am obern Ende der Luftröhre eine Stimmritze, die durch gespannte Membranen gebildet wird, und der Hauptapparat zur Bildung der Vogelstimme ist.

XII. Gehirn und Nervensystem.

§. 75. In keiner Klasse von Organen der thierischen Oekonomie besteht eine so reine, deutliche, regelmässige Stufenfolge des Gebildes, als in jener, welche sich auf Gehirn und Nervensystem bezieht, wodurch sie dergestalt den Haupt-Charakter der Animalität bestimmt, daß ansehnlichere Größe des Gehirns, verbunden mit höherer Feinheit der Nerven, und mit schärferer Abgeschiedenheit der Ner-

ven vom übrigen Körper, daß dieſes zuſammengenommen, die Stufe der animaliſchen Vollkommenheit anzudeuten vermag.

Verhältnißmäſſig dickere Nerven, ferners beträchtlicheres Volumen des kleinen Gehirns verglichen mit dem großen Gehirn, endlich verhältnißmäſſig dickeres Rückenmark, finden ſich bei den übrigen Säugethieren, als beim Menſchen.

Beinahe an jedem Menſchen, und nur an Menſchen findet ſich das ſogenannte Sandhäufchen an der Zirbeldrüſe.

Bei den eigentlichen Quadrupeden (nicht Quadrumanen), verlaufen ſich die vordern lobi des großen Gehirns nach unten in die ſogenannten processus mammillares, aus welchen hernach die Geruchnerven des erſten Paars entſpringen.

Bei den vierfüßigen Säugethieren beſteht unter den Herbivoren und Carnivoren im Allgemeinen folgende Verſchiedenheit: bei erſteren ſind die vordern oder obern von den corporibus quadrigeminis größer als die hintern und untern; bei letztern findet das Gegentheil ſtatt; ferner iſt bei erſteren die eminentia candicans groß und einfach, hingegen bei letzteren klein und doppelt.

Das Hirn der Vögel ähnelt im Ganzen jenem der Säugethiere, unterſcheidet ſich aber vorzüglich durch Folgendes: glättere Oberfläche; ferner die thalami der Sehenerven liegen nicht innerhalb des großen Gehirns eingeſchloſſen, ſondern frey hinter demſelben, und ſind meiſt von kuglichter Form (wie bei Amphibien und Fiſchen); ferner ſind die corpora striata einförmig; ferners fehlen manche Theile des Gehirns, als: corpus callosum, die Brücke, der fornix, die Zirbeldrüſe, die eminentiae mammillares, u. ſ. w. ferner hat das Cerebellum keine Seiten-lobos, (wie überhaupt bei eierlegenden Thieren.)

Das Hirn der Amphibien beſteht aus fünf rundlichen Parthieen (den beiden Hemiſphären, den beyden thalamis, dem kleinen Gehirn, welches letztere in ſeinem Innern keinen arbor vitae zeigt). Bei Amphibien kleines Gehirn und ſtarkes Rückenmark.

Bei den Fiſchen füllt das Gehirn bei weitem nicht die Hirnſchaale aus, ſondern zwiſchen der dura mater und pia findet ſich eine fettig ſalzige Feuchtigkeit.

XIII. Sinnenwerkzeuge überhaupt.

§. 76. Ein Thier kann einen Sinn beſitzen, ohne jenes Sinneswerkzeug zu beſitzen, welches dem beſagten Sinne am menſchlichen Körper entſpricht, und umgekehrt. So verrathen z. B. mehrere Inſekten ſehr ſcharfen Geruch, ohne einen Theil zu beſitzen, der als Naſe betrachtet werden könnte; andererſeits beſitzt der Ameiſenbär eine Zunge, die (ihrem Baue nach) unmöglich als Organ des Geſchmacks dienen kann.

XIV. Organe des Taſtens.

§. 77. Wenn gleich das Gefühl überhaupt allen Thieren zukömmt, ſo beſitzen doch viele jene Organe nicht, die ausſchließlich zum unmittelbaren Taſten beſtimmt ſind.

Unter den Quadrumanen und Digitatis äuſſert ſich der Betaſtungsſinn wie an den menſchlichen Fingerſpitzen.

Am Ornithorhynchus paradoxus iſt das Organ des Taſtens, die nervenreiche Haut, womit ſeine obern ſchnabelförmigen Kiefer bekleidet ſind. Etwas Aehnliches findet ſich bei den Gänſen und Enten.

Die mehrſten Fiſche haben an Bauch und Lippen ein äuſſerſt feines Gefühl.

Die Fühlhörner mögen bei vollkommenern Inſekten allgemeine Organe des Taſtens ſeyn.

XV. Zunge.

§. 78. Vielen Thieren dient die Zunge nicht als Geſchmacksorgan, ſondern zur Ingeſtion.

XVI. Geruchswerkzeuge.

§. 79. Der Sinn des Geruchs iſt allgemeiner verbreitet, als jener des Geſchmacks. Er dient den Thieren theils zur Aufſuchung der Nahrung, theils bei Befriedigung des Geſchlechtstriebes, zum Aufſuchen der Gatten.

XVII. Gehörwerkzeuge.

§. 80. Bei den rothblütigen Thieren mögen durchgehends Ohren als Gehörwerkzeuge bemerkbar ſeyn; nicht ſo bei den weißblütigen Thieren, wenn gleich viele derſelben ein Hören verrathen.

Die vierfüßigen Säugethiere ſind die einzigen mit wahren äuſſern Ohren verſehenen Geſchöpfe (die im Waſſer oder unter der Erde lebenden haben größtentheils kein äußeres Ohr.) Beinahe bloß die Quadrumanen beſitzen menſchenähnliche Ohren. Das menſchliche Ohr unterſcheidet ſich aber durch knorpelartige Grundlage und das Ohrläppchen.

Alle Säugethiere haben ein Paukenfell, dahinter eine Paukenhöhle, eine damit correſpondirende Euſtachiſche Röhre, ein einförmiges Fenſter mit dem Steigbiegel, und ein rundes Fenſter, das zur Mündung der Schnecke führt.

Das Paukenfell iſt bei den Vögeln nach Auſſen conver; und die Paukenhöhlen beider Ohren ſtehen bei den mehreſten durch die markleeren Zellen der Hirnſchaale mit einander in Verbindung. Sie haben ein Gehörbeinchen, wodurch das Paukenfell mit

dem eiförmigen Fenſter connectirt, und das folglich die Stelle von Hammer und Steigbiegel der Säugethiere vertritt. Der Theil, der den Hammer vorſtellt, iſt meiſt knorpeligt und mit keinem tensor tympani verſehen. Die Euſtachiſchen Röhren öffnen ſich hinten am Gaumengewölbe, wie mit einer gemeinſchaftlichen Mündung. Ihrem Labyrinthe mangelt die Schnecke.

Das den Fiſchen eigenthümliche innere Ohr wächſt mit den Jahren, welches bei Säugethieren, Vögeln, Amphibien nicht geſchieht.

XVIII. Augen.

§. 81. Empfindung für Licht mag allen Thieren gemein ſeyn, die demſelben in ihrem freien Naturzuſtande ausgeſetzt werden. Aber Empfänglichkeit für Bilder von äuſſern Gegenſtänden iſt nur jenen eigen, die mit ſolchen Augen verſehen ſind, welche zur Aufnahme erwähnter Bilder geſchickt ſind; dieſes iſt nicht allemal der Fall, indem die Natur einigen Thiergattungen, (nach dem bloßen Normaltypus des Bildungstriebes ihrer Klaſſen), ein Rudiment von Augen gegeben hat, die nicht zum Sehen nützen können.

Bei vielen vierfüſſigen Säugethieren wird, wie beim Menſchen, die Sclerotica von der Hornhaut an, nach dem Hintergrunde allmählig dicker, und iſt ſo eingerichtet, daß hiedurch jene mutationes oculi internae vor ſich gehen können, welche zum deutlichen Sehen des Gegenſtandes in dieſer oder jener Entfernung erfodert werden. Vorzüglich zeigt ſich dieß am Auge der warmblütigen Amphibien, bei denen erwähnte mutationes nicht bloß der veränderlichen Entfernung der Gegenſtände willen, erfodert werden, ſondern auch der Veränderlichkeit der Medien (Waſſer und Luft) wegen, durch welche dieſe Thiere hindurchſehen müſſen. Die Thränendrüſe mag allen Säugethieren gemein ſeyn.

Die Augen der Vögel ſind verhältnißmäſſig groß, und bei Raubvögeln kelchförmig geſtaltet. Ganz eigen iſt dem Auge der Vögel der Fächer (marsupium), der innerhalb der retina entſpringt, ſchräg in den Glaskörper dringt, und ſeiner dunkeln Farbe willen, wahrſcheinlich zur Abſorbtion des blendenden Lichts beſtimmt iſt. Die Vögel haben anſehnliche Thränenwege, und eine Blinzhaut.

Das Charakteriſtiſche der Fiſchaugen bezieht ſich vorzüglich auf die Trennung der Choroidea und Retina in abgeſonderte Blätter, und auf einige eigene Organe im Innern des Auges; am Fiſchauge iſt die Cryſtalllinſe meiſt verhältnißmäſſig groß und kugligt, hingegen die gläſerne Feuchtigkeit, und noch mehr die wäſſerige, ſehr klein.

Die Inſekten haben zweierlei verſchiedentlich gebaute Augen: kleine einfache stemmata, und große polyedriſche zuſammengeſetzte.

XIX. Muskeln, welche für die willkührlichen Bewegungen bestimmt sind.

§. 82. Der Muskelbau der übrigen Säugethiere ist jenem des Menschen um so ähnlicher, je ähnlicher das Gerippe der übrigen Säugethiere jenem des Menschen ist. Daher der Muskelbau der Quadrumanen jenem des Menschen am nächsten ist.

Der Muskelbau des Menschen zeichnet sich durch Folgendes wesentlich aus: Aeussere Gestalt, worauf das Plastische der menschlichen Schönheit wesentlich berührt, wohin vorzüglich die schön gewölbten Gesäß- und Waden-Muskeln gehören; ferners dem Menschen mangelt der große Muskel des Rumpfes (musculus subcutaneus).

Der Muskelbau der Vögel charakterisirt sich wesentlich durch Folgendes: eigene Muskeln an der Blinzhaut; ferner abhängige Muskeln am fleischigten Zwerchfelle; ferners elgends geformte sehr große Brustmuskeln u. s. w.

Bei den Amphibien richtet sich der Muskelbau nach dem Gerippe; daher bestehen bei Reptilien wenige aber dickfleischigte Muskeln, hingegen bei Schlangen zahlreiche aber dünne sehnigte Muskeln.

Am Fische ist das Muskelfleisch (des geringen Blutgehaltes wegen) blaß, blättrig, von sehnenlosem einförmigen Gefüge, und es besteht hier verhältnißmässig eine große Anzahl von Muskeln.

Das Insekt besitzt eine große Anzahl von Muskeln, von ausnehmender Kraft, und dabei doch sehr einförmiger Structur.

Unter den Würmern haben die Mollusken und Bewohner der Conchylien ein Muskelsystem, das jenem der Raupen sehr ähnlich ist (viele Muskeln von weichem Gefüge, bläulich weisser Farbe, wie platte, kurze Bandstreifchen gestaltet).

XX. Männliche Genitalien.

§. 83. Zu den männlichen Genitalien gehören vorzüglich die Geilen, Saamenbläschen, Prostata, männliche Ruthe, worunter die letzten drei bei weitem nicht allgemein sind.

Die Geilen, Saamenbläschen und Prostata sind bei vielen männlichen Thieren während der Brunstzeit mächtig angeschwollen.

Merkwürdig sind die Organe, womit einige männliche Thiere versehen sind, um ihre Weibchen bei der Paarung festzuhalten, dahin gehört z. B. der knollige schwarze Ballen, der sich im Frühlinge am Daume des männlichen Grasfrosches bildet.

Ein Scrotum, worin die Hoden ausserhalb der Bauchhöhle hängen, findet sich bloß bei Säugethieren; fehlt aber auch vielen derselben, unter andern den im Wasser lebenden, den vollkommenen Subterraneis, den sich kuglicht Zusammenrollenden. Bei vie-

Digitized by Google

len treten die Hoden nach Erforderniß aus dem Unterleibe heraus, und in denſelben zurück. Auſſer den Cetaceen, ſind die mehreſten Gattungen der übrigen Ordnungen in der Klaſſe der Säugethiere mit Saamenbläschen verſehen. Bei manchen männlichen Säugethieren, z. B. beym Haſen, iſt die männliche Ruthe, ſo lange ſie ſich auſſer Erection befindet, nach hinten gekehrt.

Die männlichen Genitalien am Vogel beziehen ſich vorzüglich auf die an den Nieren liegenden Geilen und die ductus deferentes. Selten beſteht hier eine Ruthe, ſtatt derſelben aber gewöhnlich in der cloaca ein Paar kleiner Papillen.

XXI. Weibliche Genitalien.

§. 84. Das weſentlichſte, allgemeinſte Organ der weiblichen Genitalien iſt der Eierſtock, welcher bei den durch Lungen athmenden Thierklaſſen, bei manchen Fiſchen und vielen weißblütigen Thieren durch fallopiſche Röhren mit der Gebärmutter kommunizirt. Häufig ſteht der Uterus mit den äuſſern Sexualtheilen in Verbindung.

Der Kitzler (clitoris) iſt ein Theil der äuſſern weiblichen Sexualorgane, welcher den Säugethieren ſehr allgemein zukömmt. Die clitoris hat einige Aehnlichkeit mit der männlichen Ruthe, und richtet ſich im Einzelnen nach dem Baue der Ruthe am Männchen; ſo iſt z. B. die clitoris des weiblichen Beutelthiers eben ſo getheilt, wie die geſpaltene Eichel des männlichen Beutelthiers.

Ein wahres Hymen beſteht bloß am menſchlichen Weibe. Die Mutterſcheide am Menſchen unterſcheidet ſich von jener an den Quadrupeden durch Lage, und ganz eigene künſtlich gefaltete Structur. Die Gebärmutter am menſchlichen Weibe zeichnet ſich aus durch Stärke und Derbheit des parenchyma.

Der Uterus ändert ſeine Form bei einerlei Thier, je nachdem er im ungeſchwängerten oder geſchwängerten Zuſtande iſt, daher bei Claſſification des Uterus auf dieſen zweifachen Zuſtand Rückſicht genommen werden muß.

Die weiblichen Genitalien am Vogel beziehen ſich auf Folgendes: Aeuſſere Genitalien mit der cloaca, darmähnlicher tubus genitalis; davon faſt ganz abgeſonderter Eierſtock. Der tubus genitalis zerfällt in drey Theile: die Scheide, den Uterus, den oviductus. Der traubenförmige Eierſtock der Vogelweibchen liegt unter der Leber, und beſteht aus einer Menge an Stielen hängender kugligter Dotter, wobei die reiffſten am äuſſern Umfange des Stocks liegen.

XXII. Leibesfrucht der Säugethiere, und Organe, mit welchen ſie verbunden iſt.

§. 85. Des erſte, was ſich, nach der Befruchtung der weiblichen Säugethiere

in ihrer dadurch trächtig gewordenen Gebärmutter bildet, ſind die Häute der elförmigen Blaſen, in welchen dann nach beſtimmten Terminen die Leibesfrucht ſichtbar wird, die mittelſt der Nabelſchnur mit jenen Häuten, und ſo mit dem Uterus der Mutter ſelbſt, in Verbindung ſteht, und dadurch bis zu ihrer Wurfzeit ernährt wird. Die Verbindungsart des trächtigen Uterus mit den Häuten der Nachgeburt und durch dieſe mit der Frucht, zeigt bei den Säugethieren eine dreifache Hauptverſchiedenheit. Entweder nämlich, hängt die Gebärmutterhöhle mit der ganzen äuſſern Haut des ſogenannten Eies zuſammen; oder ſie iſt mittelſt einer einfachen placenta, oder aber durch zahlreichere cotyledonen mit derſelben verbunden.

Was die Ordnung des Wachsthums und der Ausbildung der Gliedmaſſen am Embryo anbelangt, ſo werden immer diejenigen äuſſern Organe am früheſten ausgebildet und vervollkommt, die dem jungen Thiere zu ſeiner Lebensweiſe die nothwendigſten ſind.

XXIII. Brüſte und Zitzen der Säugethiere.

§. 86. Im Allgemeinen ſind bei den Säugethieren nicht bloß die Weibchen, ſondern auch die Männchen mit Zitzen verſehen. Bei den im Waſſer und unter der Erde lebenden Säugethieren ſind die Milchdrüſen nur ganz flach unter der Haut verbreitet, ohne zu Brüſten oder Eutern ausgebildet zu ſeyn.

XXIV. Bebrütetes Küchelchen und Organe des Eies.

§. 87. Hauptheile des Eies: Schaale membrana albuminis, das doppelte Eiweiß, der Dotter (der mit einer eigenen Haut umzogen iſt, die ſich durch flockigte Schnüre in das innere Eiweiß verläuft) der mit weißlichen concentriſchen Kreiſen umgebene kleine milchweiße ründliche Fleck (cicatricula) oben auf der Haut des Dotters.

Die erſte Spur des Embryo zeigt ſich zu Ende des erſten Bruttages neben der cicatricula. Am Ende des zweiten Tages zeigen ſich Spuren von rothem Blute auf der Fläche der Dotterhaut, und erſcheinen als wahre Adern; der Hauptſtamm aller dieſer Venen tritt in die Pfortader des Küchelchens, ſo wie hingegen die in dieſe Dotterhaut ſich verlaufenden Schlagadern, aus dem Stamme der Gekröſarterie derſelben, entſpringen. Zu Anfange des dritten Tages zeigen ſich die erſten Rudimenta des Herzens und der erſte Circulationsprozeß; u. ſ. w. Am ſechſten Tage zeigen ſich die Muskular-Bewegungen. Am neunten Tage beginnt das Verknöcherungsgeſchäft, indem der Knochenſaft in puncta oſſificationis verhärtet. Am vierzehnten Tage brechen die Kiele der Federn hervor. Am ein und zwanzigſten Tage durchbricht endlich das Küchelchen die Eierſchaale.

g) Anatomismus und Plasticismus am Organischen überhaupt, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 88. Am Anorganischen besteht allenthalben, wo eine bestimmte Form ausgedrückt ist, geradlinigte Begränzung: hingegen entspricht das Plastische am Organischen der krummen Linie.

Am Anorganischen erscheint das zu einerlei Crystall Gehörige als ein bloß mechanisch zusammenhängendes Conglomerat von Crystallen; am Organischen hingegen läßt sich deutlich ein wechselseitiges Ineinandergreifen, aller einem und demselben Individuo zukommenden und sich von einander unterscheidenden Theile entdecken. Das Ganze erscheint hier als Mittel zur Erhaltung und vollen Entwicklung jedes einzelnen Theils, und umgekehrt ist jeder einzelne Theil dem Ganzen nothwendig. Alles erscheint hier, als aus einem einzigen Typus entsprungen.

Am Anorganischen deutet die bestimmte Form nicht auf ein in sich geschlossenes Ganze hin, sehr deutlich hingegen drückt sich das Selbstbedingende, der Microcosmus im Macrocosmus, am Organischen aus, und dieß erhellet schon aus dessen in sich geschlossener Gestalt. Am Crystalle besteht die eigenthümliche crystallinische Form bloß nach einer Seite hin, da nach der entgegengesetzten Seite hin der Crystall in jene Form übergeht, welche dem Erdkörper an jenem Orte entspricht, wo der Crystall mit dem Erdkörper zusammenhängt. Am organisch Gebildeten besteht hingegen ringsum jener plastische Ausdruck, welcher auf ein centrales Ausstrahlen des Plasticismus aus dem Innern des organisirten Individuums hindeutet, nirgends ist hier ein Punkt zu bemerken, durch welchen das organisirte Individuum mit einem andern Körper als dazu gehöriges Glied in nothwendiger Verbindung, und gleichsam nur von demselben als losgerissen erschiene. Indeß weist die Structur der ganzen Oberfläche am organisirten Individuo, auf eine Abhängigkeit von unserm Planeten, nämlich der Erde, dem Wasser oder der Luft hin, wie man dieß aus der Betrachtung der Wurzeln, der Wurzelfasern, der mit Poren versehenen Epidermis, und überhaupt aller äussern Einsaugungs- und Ausscheidungsgefäße ersehen kann. Hier zeigt sich das organisirte Individuum als zu unserm Planeten überhaupt gehörig, aber nicht als ein an bestimmte Standpunkte desselben Geheftetes, welches letztere sich noch deutlicher an Thieren als an Pflanzen zeigt; da bei diesen die Wurzelfasern gleichsam in den Erdkörper selbst zu übergehen scheinen; indeß künden auch sie ihre Individualität durch die in sich geschlossene Form ihres Saamens an.

§. 89. An Pflanzen und Thieren entdecken wir, auch in den bloßen Aeusserungen des Anatomismus und Plasticismus, einen hohen Grad von Mannigfaltigkeit als zur Einheit combinirt. Dieß bezieht sich an der Pflanze beinahe bloß auf die äussere Form,

Digitized by Google

hingegen am Thiere sowohl auf die äussere Form, als in einem sehr hohen Grade auf die innere Bildung. Die Thiere haben viele, und zwar die wichtigsten, zur Erhaltung des Lebens durchaus nothwendigen Theile, in Höhlungen ihres Körpers verborgen; die Pflanzen hingegen legen solche Theile dem Beobachter äusserlich zur Untersuchung dar.

So bemerken wir denn also; vom Crystalle bis zum Menschen hin, ein continuirlich zunehmendes Zurücktreten der Mannigfaltigkeit in das Innere, in die Verborgenheit. Der Crystall reducirt sich durch gehöriges Abspalten aus den verschiedensten secundären Formen auf einige wenige primitive, und von da weiter vielleicht auf eine einzige crystallinische Urform der integrirenden Moleküls. Die Pflanze, in ihrem Innern höchst einfach und einförmig gebaut, beinahe bloß aus parallel laufenden Gefäßen bestehend, die durch das Parenchym abgetheilt sind, bietet nach Aussen, unverschleiert, die wichtigsten Organe des vegetativen Lebens und der Fortpflanzung dar.

Das Thier zeigt äusserlich nur jene Theile und Gliedmassen, welche zu dem symmetrischen plastischen Ausdrucke desselben erfodert werden, und welche ihm zur Fortbewegung, so wie zu dem bloß mechanischen Einwirken auf die Aussenwelt dienen; endlich jene, welche als Werkzeuge zum sinnlichen Auffassen zu betrachten sind. Die Werkstätte der eigentlich thierischen Functionen ist im Innern des Körpers verborgen; und hier lassen sich wohl die Organe der mancherlei Functionen ihrer Localität nach (anatomisch) angeben; allein auch dieses wird allmählich geheimnißvoller, in dem Verhältnisse, als diese Functionen sich den höhern, jenen des Denkens und Fühlens im Menschen, anreihen. So ist es z. B. weit ausgemachter, daß der Magen zur ersten Bereitung der Nahrung diene, als was denn eigentlich die Functionen des Gehirns, des Rückenmarks, der Nerven und Ganglien seyen; ist dieses letztere auch im Allgemeinen ausgemacht, so ist es noch schwerer zu bestimmen, welcher Theil der Nerven gerade auf diese, und welcher gerade auf jene Functionen wirke. Am allerschwersten wird es, und es ist vielleicht ganz unmöglich, troß dessen, was man in neuern Zeiten hierüber gefunden zu haben glaubt, zu bestimmen, welche Theile des Gehirns, zu den verschiedenerlei geistigen Functionen wesentlich erfodert werden, und welcher dieser Theile gerade dieser oder jener bestimmten Function zukomme *).

*) Es mag wohl für keine einzelne Function des Geistes ein bestimmtes Organ geben, da es ja unendlich vielerlei Aeußerungen in der Action des Geistes giebt, die sich wohl nie in schulgerechte Formen werden abtheilen lassen. Sind es ja körperliche Theile, mittelst welcher wir die Functionen des Geistes ausüben, so reichen einige wenige Organe hin, um eine unzählige Menge von Aeusserungen möglich zu machen, wenn bei jeder Aeusserung gewisse Organe zu gleicher Zeit concurriren; denn es ist bekannt, welche ungeheuer große Zahlen aus den möglichen Combinationen von nur sehr wenigen Theilen unter einander hervorgehen.

Digitized by Google

Zweite Abtheilung.

Mechanismus.

§. 90. Der Mechanismus der Natur äußert sich dadurch, daß wir allgemein bestimmte Bewegungen, oder wenigstens ein Streben nach bestimmten Bewegungen, welches letztere sich als Kraft oder Druck von bestimmter Größe und Richtung äußert, wahrnehmen; wobei nicht zu vergessen ist, daß auch das Ruhende eine bestimmte Bewegung nämlich jene, mit der Geschwindigkeit = o ausübe.

a) Mechanismus an einem Systeme zusammenhängender Punkte überhaupt.

§. 91. Wenn gleich die hier vorzutragenden Gesetze keine solchen sind, welche uns unmittelbar aus Erscheinungen bekannt sind; wenn sie vielmehr bloß aus, auf einige einfache, sehr wahrscheinliche Hypothesen, angewendeten mathematischen Operationen hervorgegangen sind; so stimmen diese Gesetze mit den Erscheinungen auf eine so merkwürdige Art überein (wovon man sich durch gründliches Studium der physischen Astronomie, und durch Vergleichung der sich hieraus ergebenden Resultate mit den Beobachtungen am Himmel, die uns seit dem graueſten Alterthume her, bis auf die neueſten Zeiten bekannt sind, überzeugen kann); daß ich dem Plane dieser Schrift nicht zuwider handle, wenn ich diese Gesetze, die man füglich unter dem Namen der analytisch-dynamischen Gesetze zusammenfassen kann, hier in der Reihe jener Gesetze anführe, welche von aller vorgefaßten Ansicht frei, sich unmittelbar aus den Erscheinungen selbst ergeben.

Wir mögen diese Gesetze, deren Auffindung dem Geiste des Menschen das höchste Document seiner intellectuellen Würde ertheilt, gleichsam als uns vom Schöpfer, durch höhere Eingebung mitgetheilte unwidersprechliche Wahrheiten betrachten. Uebrigens aber kann jedem Einwurfe, der mich etwa hier einer Abweichung von meinem Plane beschuldigen könnte, dadurch begegnet werden, daß jedes der hier a priori durch mathematische Analyse erwiesenen Gesetze, sich eben so gut per Inductionem aus Erscheinungen erweisen lasse. So läßt sich z. B. die Theorie des Hebels sehr wohl bloß auf dem Wege der Erfahrung an einem wirklichen Hebel erweisen, wie dieses wirklich von mehreren Lehrern der praktischen Mechanik ausgeübt wird, um die wichtigen, in das bürgerliche Leben so kräftig und vielseitig eingreifenden Lehren der Mechanik durch einen populärern, leichter aufzufassenden Vortrag allgemeiner zu verbreiten. Nach dieser Rechtfertigung schreite ich nun zu den wichtigsten Fundamentalgesetzen des Mechanismus überhaupt.

§. 92. Bei Anführung dieſer Geſetze iſt es zur Erleichterung der Ueberſicht und des Ausdruckes derſelben vortheilhaft, die Geſetze des Mechanismus unter folgende Rückſichten zu bringen: an feſten Körpern, an tropfbaren, und an elaſtiſchen Flüſſigkeiten.

§. 93. Das Geſetz des Mechanismus an feſten Körpern wird durch den, von mir gefundenen dynamiſchen Lehrſatz der virtuellen Geſchwindigkeiten ſehr allgemein ausgedrückt *). Es lautet folgendermaßen:

$$pdſ + p'dſ' + p''dſ'' + \ldots\ldots = \frac{1}{2gdt}\left(\delta q.\ ds + \delta q'.\ ds' + \ldots\ldots \right);$$

oder in Worten ausgedrückt:

Wenn Punkte und Maſſen unter einander ſo verbunden ſind, daß durch die Bewegung eines dieſer Punkte nach einer beſtimmten Richtung um einen beſtimmten Raum, alle übrigen Punkte und Maſſen zugleich beſtimmte Räume nach beſtimmten Richtungen durchlaufen müſſen; ſo iſt am Ende jeder Zeit t, binnen jedem Zeitelemente dt, folgendes richtig: die Summe der Produkte aus den (an den verſchiedenen Punkten des Syſtems) angebrachten Drucken p, p', ..., in die binnen dem Zeitelemente dt von den Angriffspunkten dieſer Drucke beſchriebenen Räume dſ, dſ', nach den Richtungen dieſer Drucke, iſt gleich dem Ausdrucke $\frac{1}{2gdt}$, multiplizirt mit der Summe der Produkte, aus den binnen dt von den Angriffspunkten der Bewegungsquantitäten nach den Bewegungsrichtungen beſchriebenen Räumen ds, ds', ds'', ..., in die binnen dt an denſelben Angriffspunkten zugewachſenen Incremente $\delta q, \delta q', \delta q'', \ldots\ldots$; von den Bewegungsquantitäten, welche Incremente jedoch ganz und allein jenem binnen dt wirkſamen combinirten dynamiſchen Beſtreben zuzuſchreiben ſind, durch welches der Ausdruck $pdſ + p'dſ' \ldots\ldots$ beſtimmt wird.

Hier iſt g die Beſchleunigung der Schwere an jenem Standpunkte der Erdoberfläche, wo die übrigen Maſſen durch das Verhältniß ihrer Gewichte beſtimmt werden.

Tritt an einem Angriffspunkte der Bewegungsquantität, binnen dt, das Maſſenincrement dm mit einer Geſchwindigkeit w in das Syſtem [w nach der Bewegungsrichtung von m binnen dt], und hat m zu Ende von t die Geſchwindigkeit v, ſo iſt $\delta q = mdv + (v - w)\,dm$, u. ſ. w.

In meinem dynamiſchen Lehrſatze wird unter andern auch darauf Rückſicht genommen,

---

*) Siehe hierüber ein Weiteres in den von mir bekannt gemachten Schriften: Analytiſche Beſtimmung des Geſetzes der virtuellen Geſchwindigkeiten; ferner: Weitere Entwickelung und Anwendung des Geſetzes der virtuellen Geſchwindigkeiten; ferner: Exposition d'un nouveau principe général de dynamique ..... lu à l'institut de France 1815.

daß die Maſſen conſtant rückſichtlich der Größe, aber veränderlich rückſichtlich der Identität ſeyn können, wie dies bei allen organiſchen Körpern der Fall iſt.

Aus dieſem dynamiſchen Lehrſatze der virtuellen Geſchwindigkeit folgt als ein einzelner Fall der berühmte ſtatiſche Lehrſatz der virtuellen Geſchwindigkeiten. Denn, wenn die Maſſen in dem Syſteme, das wir vorhin in jedem dynamiſchen Zuſtande überhaupt betrachteten, als conſtante Größen angenommen werden, und ihre Geſchwindigkeiten auch als beſtändige Größen erſcheinen, welches dem ſtatiſchen Zuſtande entſpricht, ſo werden die Differenziale der Maſſen und jene der Geſchwindigkeiten $= 0$, und es folgt das ſtatiſche Princip nach der bekannten Form $pds + p'ds' + \ldots\ldots = 0$.

Das bekannte Geſetz vom Hebel iſt nichts als die allereinfachſte Anſicht des ſtatiſchen Princips der virtuellen Geſchwindigkeiten.

Ganz daſſelbe gilt von dem bekannten Lehrſatze vom Parallelogramm der Kräfte.

Eben ſo folgt hieraus der Lehrſatz der ſchiefen Fläche. Alles dieſes findet ſich ausführlicher in meiner weitern Entwicklung und Anwendung des Geſetzes der virtuellen Geſchwindigkeiten, und iſt überdies Jedermann aus den Elementarlehren der Mechanik hinlänglich bekannt.

§. 94. Das von den franzöſiſchen Analytikern ſogenannte Principe général de dynamique attribué à d'Alembert verdient hier gleichfalls angeführt zu werden: es beſtehe ein Syſtem von Maſſen m, m′, m″, ... (deren jede als ein phyſiſcher Punkt gedacht wird); die unmittelbar in m angebrachte Kraft habe jene Richtung und Größe, daß ſie der Maſſe m binnen dt, nach jener Richtung, wornach ſich m im Syſteme wirklich bewegt, das Geſchwindigkeitsincrement dV ertheilen würde, wenn m binnen dt vom Syſteme getrennt, ganz frei wäre; es erlange aber m binnen dt nach erwähnter Richtung wirklich das Geſchwindigkeitsincrement dv (weil m nicht frei, ſondern am Syſteme gebunden iſt); es haben ferner dV′, dv′ in Bezug auf m′, dann dV″, dv″ in Bezug auf m″, dann ..... ähnliche Bedeutungen, ſo iſt Folgendes richtig: Es beſteht zwiſchen den Verluſten $m(dV-dv)$, $m'(dv'-dV')$, $m''(dv''-dV'')$, ..., der einzelnen Incremente an Bewegungsquantitäten eben ſo ein ſtatiſches Gleichgewicht, als ob die Ausdrücke $m(dV-dv)$ ..... relative Quantitäten von Drucken wären, welche Drucke in m, m′, m″, ... angebracht, nach jenen Richtungen wirken möchten, wornach V, v, dann V′, v′, dann ..... bezogen wurden *).

*) Poisson traité de mécanique.

De la Grange hat in ſeiner mechanique analytique die Aufgaben der Statik nach dem ſchon erwähnten ſtatiſchen Princip der virtuellen Geſchwindigkeit unmittelbar aufgelöſt, und die Aufgaben der Dynamik nach dem ſtatiſchen Princip der virtuellen Geſchwindigkeiten in Combination mit obigem dynamiſchen Principe des d'Alembert, nach einer Formel von folgender Form: $m(dV-dv)ds + m'(dV'-dv')ds' + m''(dV''-dv'')ds'' + \ldots\ldots = o$.

Hier wurde vorausgeſetzt, daß jede Maſſe m, m', m'' . . . . unmittelbar durch eine Kraft ergriffen, und daß übrigens im Syſteme außerhalb dieſer Maſſen kein Kraftangriffspunkt beſtehe. Wäre aber der Fall von der Art, daß z. B. eine einzige Kraft p an einem nichtmateriellen Punkte des Syſtems angebracht wäre, daß zugleich an den zwei einzigen Maſſen, m' m'', keine Kräfte unmittelbar angebracht wären, ſo verfahre man folgendermaßen: man fingire im Angriffspunkte von p eine Maſſe $'\mu$, und an den Maſſen m', m'' die Kräfte π', π'', nun ſetze man Alles nach obigem Lehrſatze an und operire fort, bis das letzte Reſultat erhalten iſt. In dieſes Reſultat (welches wahr bleiben muß bei allen Werthen von μ, m', m'', p, π', π'') ſubſtituire man $\mu = o$, $\pi' = o$ $\pi'' = o$ *).

§. 95. Noch verdient hier angemerkt zu werden das vorzüglich in den franzöſiſchen Lehrbüchern der Mechanik unter dem Namen Principe de la conservation des forces vives vorkommende Geſetz. Eben ſo jenes, welches principe de la moindre action genannt wird **).

§. 96. Sind mehrere Kräfte und Widerſtände an einerlei Syſteme angebracht, und beſteht ein beſtändiges Gleichgewicht, oder nur Beharrungsſtand, ſo iſt im erſten Falle für jeden Zeittheil, und im zweiten Falle für die Dauer jedes mechaniſchen Cyclus folgendes richtig: die Summe der Produkte aus den Kräften in die von deren Angriffspunkten nach den Kraftrichtungen beſchriebenen Räume, iſt gleich der Summe der Produkte aus den Widerſtänden in die von deren Angriffspunkten gegen die Widerſtandsrichtungen beſchriebenen Räume. Sind überdies beſtändige Maſſen im Syſteme aus der Ruhe zu beſchleunigen, und wieder in Ruhe zu bringen, ſo iſt für die Dauer jedes Cyclus obiger Satz nur dann wahr, wenn alle Tilgungen der Bewegungsquantitäten als Kraft im Syſteme verwendet werden ***).

---

*) Nach meiner Methode werden alle Sätze der Dynamik und Statik nach einem einzigen dynamiſchen Principe unmittelbar aufgelöſt.

**) Unter andern finden ſich dieſe beiden Lehrſätze deutlich und bündig dargeſtellt: in Poisson traité de mécanique, und in der mécanique philosophique par Prony.

***) Meine weitere Entwicklung und Anwendung des Geſetzes der virtuellen Geſchwindigkeiten.

Digitized by Google

§. 97. Das Geſetz der Trägheit, in der allgemeinſten Beziehung, poſtulirt bloß den conſtanten Werth für die Summe der Produkte aus den Quantitäten der Bewegungen in die einzelnen, denſelben entſprechenden Geſchwindigkeiten (Weitere Entwickelung ꝛc. S. 81).

§. 98. Bezeichnen wir an irgend einem Syſteme von Maſſen und Kräften die Endesgeſchwindigkeit eines der Punkte N dieſes Syſtems durch w, ſo laſſen ſich die Geſchwindigkeiten v, v′, v″, ..., ferner ν, ν′, ν″, ... , die den Kräften und Maſſen entſprechen, und welche (wegen des Zuſammenhangs aller Punkte des Syſtems unter einander) Functionen von w ſeyn müſſen, durch f(w), f*(w), f**(w), ..., ferner durch F(w), F* (w), F** (w), ..., ausdrücken. Hier beſteht die Gleichung, (wenn man die Bezeichnungsart der abgeleiteten Functionen aus de la Grange Théorie des fonctions analytiques entlehnt):

$$dw = \frac{2g(pf(w) + p'f^{*}(w) + p''f^{**}(w) + \ldots\ldots\ldots)\,dt}{mF'(w)F'(w) + m'F^{*}(w)F^{*'}(w) + m''F^{**}(w)F^{**'}(w) + \ldots.}$$

Hieraus folgen die Bedingniſſe, unter welchen die Geſchwindigkeit w ſich der gleichförmigen nähert. Es kömmt nämlich hier darauf an, alles ſo anzuordnen, daß der Nenner des Bruchs recht groß ausfalle. Eine ſehr einfache Anwendung dieſes allgemeinen Geſetzes iſt z. B. die Theorie des Schwungrades, welche in der praktiſchen Mechanik von ſo großer Wichtigkeit iſt (Weitere Entwickelung ꝛc. S. 78). In dieſem Falle wird w gewöhnlich auf die Winkelgeſchwindigkeit bezogen.

§. 99. Für die Winkelgeſchwindigkeit w eines Syſtems von Maſſen um eine fixe Axe, habe ich folgende Formel gefunden *).

$$\frac{dw}{2gdt} = \frac{\frac{\mathfrak{S}}{M\mathfrak{A}} + \mathfrak{S}'}{M.M\mathfrak{A} + \frac{T}{M\mathfrak{A}}}$$

worinn die Buchſtaben folgende Bedeutungen haben:

M𝔄 der Abſtand der Schwerpunktsaxe von der Umdrehungsaxe 𝔄.

𝔖 die Summe der ſtatiſchen Momente um die Schwerpunktsaxe M, welche ganz und allein auf jene Rotation der Maſſe um die Schwerpunktsaxe M verwendet werden, welche darum ſtatt findet, weil der Schwerpunkt der Maſſe eine fortſchreitende Bewegung um die fixe Axe 𝔄 nach jener Richtung beſitzt, nach welcher das Increment dv poſitiv genommen wird; ferner:

𝔖′ die Summe aller, an der Maſſe ſenkrecht auf jene Ebene E wirkenden Kräfte, in welcher Ebene die beiden Axen 𝔄 und M liegen.

*) Analytiſche Beſtimmung des Geſetzes der virtuellen Geſchwindigkeiten von G. v. Buquoy. p. 44.

M das Gewicht der ganzen betrachteten Maſſe, in einem beſtimmten Standpunkte an der Oberfläche der Erde gewogen, in ſo fern g die Beſchleunigung der Schwere in demſelben Standpunkte an der Erdoberfläche bedeutet; endlich

T die Summe der Trägheitsmomente aller unendlich kleinen Theilchen der ganzen Maſſe auf die Schwerpunktsaxe M bezogen.

§. 100. Die Fundamentalgleichungen der, einem Geſetze der Continuität unterworfenen, wie immer veränderlichen Bewegung, ſind bekanntermaßen folgende: $ds = vdt$, $dv = 2Gdt$, $vdv = 2G.ds$, $dds = 2G.dt^2$, worinn dt als das beſtändige Differenzial angenommen wird. Die Buchſtaben haben hier folgende Bedeutungen: $G = \frac{g.P}{N}$, worinn g die Beſchleunigung der Schwere in jenem Standpunkte der Erde ausdruckt, wo die beſchleunigte Maſſe gewogen wird, und durch das Gewicht N ausgedruckt iſt. P iſt die bewegende Kraft, welche am Ende der Zeit t ſtatt findet, s und v ſind die der Zeit t entſprechenden Ausdrücke für Raum und Endesgeſchwindigkeit. In wie fern dieſe allgemein angenommenen Fundamentalformeln in jenen Fällen, wo die Maſſe als eine veränderliche Größe erſcheint, nicht allemal angewendet werden dürfen, habe ich in meinen erwähnten Aufſätzen über den dynamiſchen Lehrſatz der virtuellen Geſchwindigkeiten gezeigt.

§. 101. Die fortſchreitende Bewegung des Schwerpunktes eines, von Kräften wie immer ergriffenen Körpers iſt dieſelbe, als ob dieſe Kräfte in ihren Richtungen unmittelbar den Schwerpunkt ergriffen. Die rotatoriſche Bewegung dieſes Körpers geſchieht allemal um ſolche Axen, die durch den Schwerpunkt laufen; und zwar um jede Axe nach der Gleichung (Winkelgeſchwindigkeit $= w$) $\frac{dw}{2gdt} =$ der Summe der ſtatiſchen Momente getheilt durch die Summe der Trägheitsmomente um dieſe Axe.

Bei einem freiſchwebenden Körper wird jene Axe eine freie Axe genannt, um welche er ſich in einem beſtimmten Zeitmomente dreht, ohne daß hiedurch die Axe aus ihrer Lage gebracht wird. Hier unterſcheidet man die freien Axen rückſichtlich der, an der freiſchwebenden Maſſe angebrachten Kräfte von jenen freien Axen, um welche der Körper mit jeder beliebigen Geſchwindigkeit gedreht werden kann, ohne daß durch den Einfluß der Centrifugalkräfte dieſe Axen eine eigene Bewegung erleiden. Dieſe letzte Art freier Axen nennt man Hauptaxen. Jeder Körper hat drei Hauptaxen, welche ſich im Schwerpunkte ſenkrecht ſchneiden, und wovon zwei ſo liegen, daß die eine dem Maximum, die andere dem Minimum der Trägheitsmomente um dieſe Axen entſpricht.

Digitized by Google

Die Rotation um eine beſtändige Axe ſetzt voraus: 1) Daß dieſe Axe eine Hauptaxe ſey, 2) daß die, die Rotation bewirkenden Kräfte um ſelbige ſo angebracht ſeyen, daß dieſe Axe zugleich eine freie Axe rückſichtlich der Kräfte werde *).

§. 102. Um den Druck, den die fixe Umdrehungsaxe einer, von Kräften wie immer ergriffenen Maſſe erleidet, zu beſtimmen, verfahren wir folgendermaßen:

Ein Syſtem von unverſchiebbar gegen einander verbundenen Maſſen, beſchreibe um die (auf der Ebene des Papiers ſenkrecht ſtehende) fixe Axe a eine Rotation nach SL, mittelſt der Kräfte (alle mit der Ebene des Papiers parallel **)) P, P′, p, p′, p″, p, p′, ψ, ψ′, ψ″. Es iſt der, ſenkrecht auf die Axe a ausfallende Druck zu beſtimmen. (Hier wird der, durchs Maſſengewicht entſtehende Druck nicht mitgerechnet.)

Es ſey S (Fig. 1) der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des geſammten Maſſenſyſtems, der ſenkrechte Abſtand dieſes Schwerpunktes von der Umdrehungsaxe a, nämlich Sa = A. Suche den Axendruck x ſenkrecht auf Sa, und den Axendruck y nach der Richtung Sa.

Sind die Kräfte P, P′, p, p′, p″, p, p′, an der verlängerten Sa in den von a ſenkrechten Abſtänden R, R′, r, r′, r″, r, r′; ſind ferner die Kräfte ψ, ψ′, ψ″, an der Verlängerten aH in den von a ſenkrechten Abſtänden ρ, ρ′, ρ″, angebracht; und iſt unter dieſen Vorausſetzungen die Aufgabe gelöſt, ſo iſt hiedurch die Aufgabe für alle jene Fälle gelöſt, wo die Kräfte, in was immer für Punkten, nach beliebigen Richtungen (jedoch parallel zur Ebene des Papiers) angebracht wären. Denn geſetzt, es beſtünde in μ die Kraft μω, ſo iſt dieß eben ſo viel, als ob an der Verlängerten aH im Punkte α die Kraft μγ, und an der Verlängerten Sa im Punkte β die Kraft μδ ſenkrecht angebracht wären.

Das Gewicht aller Maſſen ſey = M; das Trägheitsmoment um der Schwerpunktsaxe S (S ſenkrecht auf der Ebene des Papiers, parallel zur Umdrehungsaxe a) ſey = I; wir bezeichnen durch s und v den, am Ende der Zeit t, dem Schwerpunkte S nach SL entſprechenden Raum und die entſprechende Geſchwindigkeit, der binnen dem Zeitelemente dt vom Schwerpunkte S durchlaufene Raum nach Sa ſey = ſ (dieſer iſt nothwendig ein unendlich kleines der zweiten Ordnung, indem der Punkt S bloß vermöge der Trägheit ſich nach Sa gar nicht bewegt, demnach ſ jener Raum iſt, welcher nach Sa aus dem Zuſtande der Ruhe binnen dt durchlaufen wird. Ein ſolcher Raum iſt aber

*) Siehe hierüber Schuberts theoretiſche Aſtronomie, und zwar deſſen dritten Theil, und meine Erläuterungen zu Schuberts phyſiſcher Aſtronomie.

**) Jede am Syſteme angebrachte Kraft läßt ſich in drei auf einander ſenkrecht ſtehende Kräfte zerlegen, deren zwei zur Ebene des Papiers parallel laufen, und eine darauf ſenkrecht ſteht. Aus letzterer entſteht ein Axendruck, der nach Grundſätzen der Statik leicht zu finden iſt.

Digitized by Google

dem Quadrate von dt proportional); die am Ende der Zeit t beſtehende Winkelgeſchwindigkeit um die Axe a, folglich auch um die Axe S, ſey = w.

Die Auflöſung der Aufgabe beruht hier darauf, daß das Maſſenſyſtem hier, binnen dt, als eine freiſchwebende Maſſe betrachtet wird, und daß aus den Bedingniſſen der Aufgabe die fortſchreitende und rotatoriſche Bewegung der Maſſe angeſetzt wird. Hiebei muß der Lehrſatz angewendet werden: bei einer freiſchwebenden Maſſe, die von Kräften wie immer ergriffen iſt, wird die fortſchreitende Bewegung des Schwerpunktes dieſelbe ſeyn, als ob die Kräfte in unveränderten Richtungen im Schwerpunkte angebracht wären; zu gleicher Zeit beſteht um jede durch den Schwerpunkt gedachte Axe, eine rotatoriſche Bewegung, wobei nach einer allgemein bekannten Formel das Differenzial der Winkelgeſchwindigkeit durch die Summe der ſtatiſchen und der Trägheitsmomente beſtimmt wird *).

Rückſichtlich der fortſchreitenden Bewegung von S nach SL, iſt

$$\frac{2g(-x+P'+p''+p-p'-p-p'-P)\,dt^2}{M} = dds = Adw.\,dt$$

Rückſichtlich der fortſchreitenden Bewegung von S nach Sa, iſt

$$\frac{g(y+\psi'+\psi''-\psi)\,dt^2}{M} = s = \frac{A}{2}w^2\,dt^2\ **)$$

Rückſichtlich der Rotation um die Axe S iſt

$$\frac{dw}{2gdt} = \frac{P'(R'-A)-P(R-A)-p''(A-r'')+p'(A-r')+}{I}$$

$$\frac{+p(A-r)+x.A-p(A+r)+p'(A+r')-\psi(\rho)+\psi'(\rho')-\psi'(\rho'').}{I}$$

Wir haben ferner: $\frac{-x+P'+p''+p-p'-p-p'-P}{A.M} = \frac{dw}{2gdt}$,

endlich: $\frac{g(\psi'+\psi''-\psi+y)}{M} = \frac{A}{2}.\ w^2.$

---

*) Ich verweiſe auf meine im J. 1812 bekannt gemachte analytiſche Beſtimmung des Geſetzes der virtuellen Geſchwindigkeiten, worin dieſer Lehrſatz ſchon im 23. Paragraphe vollſtändig bewieſen iſt, ob ich gleich in dieſer Schrift auf keinen bisher bekannten Lehrſatz der Dynamik irgend eine Behauptung gründe.

**) Beweis. Hat S den Bogen SN beſchrieben, (Fig. 2.) ſo hat es nach SL und Sa beſchrieben SQ und QN. Nun iſt SQ = SN . Sin SNQ, und QN = SN . Cos SNQ; ferner SNQ = NSa = $90° - \frac{\varphi}{2}$ Alſo SQ = SN . Cos.$\frac{\varphi}{2}$, QN = SN . Sin.$\frac{\varphi}{2}$ Iſt daher SN = ds, alſo φ unendlich klein, ſo wird SQ = ds, und QN = ds.$\frac{\varphi}{2}$; es iſt aber $\varphi = wdt$, alſo QN = $\frac{1}{2}$. ds. wdt = $\frac{1}{2}$. A. w^2. dt^2.

Hieraus ſuche x und y.

Hieraus erhält man:

$$\frac{I}{I + A^2 M}\left(P' - P + p'' - p' - p + p - p'\right) -$$

$$- \frac{MA}{I + A^2 M}\Big(P'(R' - A) - P(R - A) - p''(A - r'') + p'(A - r') +$$

$$+ p(A - r) - p(A + r) + p'(A + r') - \psi\varrho + \psi'\varrho' - \psi''\varrho''\Big) = x, \text{ und}$$

$$- \psi' - \psi'' + \psi + \frac{M.A.}{2g}. \; w^2 = y.$$

Alſo iſt der Ausdruck x von allen Kräften und ihren Angriffspunkten, von den Größen M, I, A, abhängig, aber nicht von der Winkelgeſchwindigkeit w; hingegen iſt y bloß von den zur Richtung Sa parallelen Kräften, nicht von ihren Angriffspunkten, dann von den Größen w, M, A abhängig. Die Centrifugalkraft des Schwerpunkts S iſt $= \frac{M.A}{2g}. w^2$; dieſe iſt fortwährend nur nach der Richtung aS wirkſam, und ganz ſo, als ob die Maſſe M im Punkte S concentrirt wäre.

§. 103. Wenn die Schwerpunkte zweier Maſſen A und B, nach einerlei Richtung in einerlei gerader Linie ſich fortbewegen, und zwar die Maſſe A mit der Geſchwindigkeit a, die Maſſe B mit der Geſchwindigkeit b; wenn ferner B von A eingeholt wird, ſo daß B der geſtoßene, hingegen A der ſtoßende Körper iſt, ſo wird durch den Stoß die Geſchwindigkeit in beiden Körpern verändert. Bezeichnen wir die Geſchwindigkeiten nach dem Stoße, die den Maſſen A und B zukommen, durch α und β, ſo entſteht die Gleichung $Aa + Bb = A\alpha + B\beta$, ſeyen die Maſſen vollkommen hart oder vollkommen weich, oder auch vollkommen elaſtiſch. Im Falle der vollkommnen Härte oder Weiche beſteht aber zu gleicher Zeit die Gleichung $\alpha = \beta$, daher die Geſchwindigkeiten nach dem Stoße folgendermaßen ausgedrückt ſind: $\alpha = \beta = \frac{A.a + B.b}{A + B}$. Im Falle der vollkommnen Elaſticität hingegen, beſteht nebſt der vorletzten Gleichung auch noch folgende: $A.a^2 + B.b^2 = A.\alpha^2 + B.\beta^2$, woraus folgt,

$$\alpha = a - \frac{2B(a - b)}{A + B}, \text{ und } \beta = b + \frac{2A(a - b)}{A + B}.$$

§. 104. Wenn ein Punkt a von einem andern c beſtändig angezogen wird, es möge ſich a in irgend einer beliebigen Entfernung von c befinden, wenn überdies die Stärke dieſer Anziehung von der Entfernung abhängt, in welcher die Punkte jedesmal von einander abſtehen, ſo daß die Größe der Anziehung eine Function von der erwähnten Ent-

fernung ist *), wenn endlich der Punkt a eine geradlinigte Bewegung nach irgend einer Richtung mit irgend einer gleichförmigen Geschwindigkeit beginnt; so finden allemal folgende drei merkwürdige Gesetze der Bewegung statt, wie dieses Newton mit der größten Schärfe mathematischer Evidenz darthut, und wobei es vollkommen gleichgültig ist, was für eine Function von der Entfernung, die Größe der Anziehung immerhin seyn mag **).

Die hier nothwendig entstehende krummlinigte Bewegung des Punktes a geschieht nach folgenden Gesetzen:

1.) Der dem jedesmaligen Standpunkte von a entsprechende Sector seiner Bahn, wobei der Radius vector allemal von dem fixen Punkte c, nach dem beweglichen Punkte a gezogen wird, dieser jedesmalige Sector, ist jener Zeit proportional, welche zur Beschreibung dieses Sectors erfodert wird.

2.) Die Winkelgeschwindigkeit ist dem Quadrate des Radius vector verkehrt proportional.

3.) Aber die Geschwindigkeit, welche dem Punkte a selbst entspricht, und zwar nach der Tangente seines jedesmaligen Standpunktes in seiner krummlinigten Bahn, ist jenem Perpendikul verkehrt proportional, welcher aus dem fixen Punkte c auf die eben erwähnte Tangente gefällt wird.

Newton beweist überdieß, daß umgekehrt, wenn eine Bewegung eines Punktes a um einen fixen Punkt c nach den hier erwähnten drei Gesetzen vor sich geht, daß dann allemal die einem Gesetze der Stätigkeit unterliegende Anziehung, welche auf den Punkt a ausgeübt wird, in keinem andern Punkte liegen könne, als in eben diesem fixen Punkte c.

Die Wichtigkeit dieser Sätze für die Mechanik des Himmels, werden wir in dem Artikel Mechanismus am Weltgebäude zeigen.

Newton geht weiter aus seinen allgemeinsten Ansichten auf einzelne bedingtere über, und erhält unter andern folgendes Resultat:

Wenn die Bahn, welche der Punkt a um den fixen Punkt c beschreibt, irgend einer der Kegelschnitte ist (nach Euler eine Curve des zweiten Grades), und wenn überdies der Punkt c in einem Brennpunkte eines solchen Kegelschnittes liegt, so ist die Größe der Anziehung, welche a durch c erleidet, dem Quadrate der jedesmaligen Entfernung verkehrt proportional. Der Satz ist auch umgekehrt wahr.

Wenn unter mehreren Punkten eine wechselseitige Anziehung besteht; wenn keiner dieser Punkte als fix betrachtet wird, sondern jedem eine geradlinigte gleichförmige Be-

*) Dies wäre auch der Fall, wenn die Größe der Anziehung in allen Entfernungen von c unabänderlich dieselbe bliebe, dann wäre nämlich die jedesmalige Anziehung eine Function der nullten Potenz dieser Entfernung.

**) Siehe hierüber den dritten Theil von Schuberts theoretischer Astronomie, und meine Erläuterungen zu Schuberts physischer Astronomie.

wegung gegeben wird, so müssen alle diese Punkte bestimmte krummlinigte Bahnen beschreiben, wobei sowohl die eigenen Bahnen dieser Punkte jede an und für sich, als auch die relativen Bahnen dieser Punkte gegen einander betrachtet, nach bestimmten Gesetzen sich ausdrücken lassen. Laplace zeigt *), daß es hier darauf ankomme, die Bewegung dreier solcher Punkte zu bestimmen, indem dann hieraus die Bewegungen von mehreren Punkten gefolgert werden können. Diese Theorie, die als eine der größten Entdeckungen der neuern Zeit betrachtet werden muß, ist unter dem Namen, des Problems der drei Körper bekannt. Auf ihr beruht die Perturbationsrechnung, wornach jene Correkturen bestimmt werden, welche sich bei den Bewegungen der Himmelskörper auf die Abweichungen von den elliptischen Bahnen beziehen, welche Abweichungen der allgemeinen Gravitation aller Himmelskörper gegen einander zugeschrieben werden müssen. Das Problem der drei Körper läßt sich nicht wohl kurz in Worte fassen, kann demnach hier nicht angeführt werden. Sehr deutlich dargestellt findet es sich in Schuberts theoretischer Astronomie im dritten Theile.

§. 105. Wenn eine beliebige Anzahl von Punkten, welche unter einander irgend eine Gruppe bilden, übrigens aber unter einander in gar keinem Zusammenhange stehen, nach irgend einer Richtung mit einer bestimmten gleichförmigen Geschwindigkeit sich fortbewegen, so daß der gemeinschaftliche Schwerpunkt dieser Gruppe von Punkten, nach einer bestimmten Richtung gleichförmig fortläuft, so wird an dieser Bewegung des Schwerpunktes sowohl rücksichtlich der Richtung, als rücksichtlich der Geschwindigkeit nichts geändert, wenn gleich durch eine unter den Punkten plötzlich entstandene wechselseitige Attraction, die einzelnen Bahnen dieser Punkte verändert werden. Dies Gesetz heißt das Gesetz der Trägheit des Schwerpunkts an einem Systeme unzusammenhängender Massen **).

§. 106. Wird irgend ein Antheil einer vollkommen flüssigen Masse, wobei die kleinsten Theilchen sich gegen einander ohne allen Widerstand bewegen können, von außen zusammengepreßt, nämlich durch die widerstehenden Wände des Gefäßes, worin die Flüssigkeit ringsum eingeschlossen ist, so ist in jedem kleinsten Theilchen, der sich nach allen Seiten hin äußernde Druck, gleich groß, und in der ganzen Flüssigkeit besteht durchgehends ein der Fläche proportionaler Druck. Hieraus läßt sich leicht der Druck bestimmen, den irgend eine Fläche in einer schweren Flüssigkeit (wo alle Theilchen in parallelen Richtungen

*) Laplace Mécanique céleste.

**) Schuberts theoretische Astronomie III. Theil Meine Erläuterungen zu Schuberts physischer Astronomie.

gravitiren) ausübt. Die allgemeinste Form, unter welcher sich dieser Gesichtspunkt auffassen läßt, bezieht sich auf folgendes Gesetz: Man denke sich ein Gefäß, das mit irgend einer schweren Flüssigkeit gefüllt ist, so daß die obersten Punkte dieser Flüssigkeit in einerlei Horizontalebene fallen (strenge genommen in die gekrümmte Oberfläche von einerlei Sphäroid); das Gewicht der cubischen Einheit dieser Flüssigkeit sey $=\gamma$. Nun betrachte man irgend wo innerhalb der Flüssigkeit eine wie immer gekrümmte Fläche, und bezeichne den Abstand des Schwerpunktes dieser Fläche (in so fern man sie als physische Fläche von durchaus gleicher Dicke und Dichtigkeit voraussetzt) von der Oberfläche der Flüssigkeit durch a, so wie den Inhalt dieser Fläche durch f, so ist das Produkt $af\gamma$ der Ausdruck für die Summe aller Normaldrucke auf diese Fläche, d. h. für die Summe aller jener Drucke, deren jeder senkrecht auf ein Element dieser Fläche wirkt *).

§. 107. Wenn ein fester Körper sich mit einer gewissen Geschwindigkeit fortbewegt, und nach derselben Richtung von einer beständig nachdrückenden Flüssigkeit gestoßen wird, so entsteht zwischen der Fläche und Flüssigkeit ein Druck, den man den hydraulischen Druck nennt. Dieser Druck ist von dem Inhalte der Fläche, welche der feste Körper der stoßenden Flüssigkeit aussetzt, von den Geschwindigkeiten des festen Körpers und der Flüssigkeit und vom Gewichte der cubischen Einheit der Flüssigkeit abhängig. Wenn man nun gleich den oben erwähnten Druck häufig als eine Function angibt, welche der Fläche, die zum Stoße gelangt, und dem Quadrate der Differenz der oben erwähnten Geschwindigkeiten proportional ist, so stimmt diese Regel doch weder mit der Erfahrung überein, noch läßt sie sich theoretisch rechtfertigen, wenn man mit einiger Subtilität auf alle Nebenumstände Rücksicht nimmt, welche beim Stoße flüssiger Massen an Oberflächen fester Körper statt findet. Gestehen wir es freimüthig, daß über diesen Gegenstand, so wie beinahe über die ganze Hydrodynamik, noch eine Dunkelheit waltet, welche die scharfsinnigsten Untersuchungen der mathematischen Analyse bisher nicht zu zerstreuen vermochten **).

§. 108. Das wichtigste Gesetz über die Bewegung schwerer Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen, wobei die Formen bestimmten Gesetzen der Continuität unterworfen sind, ist in dem bekannten hydraulischen Lehrsatze von Daniel Bernoulli enthalten, obgleich auch dieser Lehrsatz nur annäherungsweise und nur unter bestimmten Voraussetzungen wahr ist. Es wird hiebei Folgendes angenommen: Wenn man sich längs des Gefäßes innerhalb des von demselben eingeschlossenen Raumes, eine centrische Linie denkt, so besteht 1.)

*) Bossut Hydrodynamique, welche mit Erläuterungen von Langsdorf übersetzt ist.

**) Manche scharfsinnige Winke hierüber finden sich in den mancherlei hydraulischen Aufsätzen von Langsdorf, Eytelwein, Bossut, Prony, in Gerstners Bewegung des Wassers in Schußgerinnen, in Crells Theorie der Windmühlenflügel . . . . . .

in jeder durch irgend ein Element dieser centrischen Linie senkrecht gelegten Ebene, in allen Punkten dieser Ebene innerhalb des Gefäßes eine Bewegung der Theile der Flüssigkeit, in senkrechter Richtung auf dieser Ebene; 2.) besteht in dieser ganzen Ebene eine durchaus gleich große Geschwindigkeit, in allen Theilen einer und derselben Ebene.

Daniel Bernoulli hat bei seinem Lehrsatze auf den wichtigen Widerstand nicht Rücksicht genommen, welcher aus der Adhäsion der Flüssigkeit an den Wänden des Gefäßes und an der übrigen Flüssigkeit, entsteht. Ich will daher hier den hydraulischen Lehrsatz auf eine neue Weise darstellen, wo ich besagte Widerstände berücksichtige.

Bewegung der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen, mit Berücksichtigung der hiebei bestehenden Widerstände.

§. 109. Um bei der Bewegung der Flüssigkeiten innerhalb enger Gefäße, auch auf die Widerstände der Flüssigkeiten an den Gefäßwänden Rücksicht zu nehmen, wollen wir diesen Gegenstand folgendermaßen betrachten.

Man denke sich mehrere Gefäße, deren jedes (rücksichtlich der geometrischen Figur der Wände) irgend einem Gesetze der Stetigkeit unterliege, dergestalt mit einander in Verbindung, daß der Boden des einen Gefäßes allemal den Deckel des nächstfolgenden darstelle, und denke sich in jeder dieser Trennungsplatten eine kreisrunde Oeffnung, so daß eine in diese Serie von Gefäßen gegossene Flüssigkeit alle Räume derselben fülle. Bewegt sich nun dieser Wasserkörper (was hier vom Wasser gesagt wird, gilt von jeder schweren tropfbaren Flüssigkeit) von einem seiner Spiegel nach dem andern hin, so darf man folgendes voraussetzen: 1) In jedem Gefäße bewegt sich, bis nahe an die kreisrunden Oeffnungen, der Wasserkörper in allen seinen Theilen nach der centrischen Linie des Gefäßes. 2) In jedem auf der centrischen Linie senkrechten Querschnitte haben alle Theile einerlei Geschwindigkeit. 3) Beim Uebergange aus einem Gefäße ins andere bildet der Wasserkörper zwei auf einander verkehrt gesetzte abgestutzte Kegel (welches wegen der Kürze dieser Wasserkörper angenommen werden darf), deren einer den letzten Querschnitt des nächstvorhergehenden Gefäßes, der andere den ersten Querschnitt des folgenden Gefäßes zur Basis hat, wo aber beide die kreisrunde Oeffnung zur obern Basis haben. 4) Die Adhäsion an den Wänden eines mit der Geschwindigkeit w vorüberlaufenden Wassers, auf die Flächeneinheit der Wand bezogen, darf ausgedrückt werden durch F (w). 5) Die Adhäsion der Wände eines mitten im Wasser sich fortbewegenden Wasserkörpers (wie dies bei erwähnten abgestutzten Wasserkegeln der Fall ist) mit der Geschwindigkeit w, darf = f(w) gesetzt werden abermals auf die Flächeneinheit bezogen.

Wir bezeichnen durch s', z', u', x', y', p', im ersten Gefäße die zusammengehörigen Werthe der centrischen Linie, des Querschnitts, des Querschnittsperimeters, der Abscisse und Ordinate der centrischen Linie (welche nur von einfacher Krümmung angenommen wird), des auf die Flächeneinheit des Querschnitts z' ausfallenden Druckes. Dieselben Bedeutungen haben s'', z'', u'', x'', y'', p'', rücksichtlich des 2ten, dann s''', z''', u''', x''', y''', p''', rücksichtlich des 3ten Gefäßes u. s. w.

Wir drücken die am Ende der Zeit t im Querschnitte f der Ausflußöffnung bestehende Geschwindigkeit durch v aus.

Es sey γ das Gewicht der kubischen Einheit des Wassers.

Es bedeuten A', a', dann A'', a'', dann A''', a''' .... den obersten und untersten Querschnitt des Wasserkörpers (die Wasserkegel hinweggelassen) im 1sten, dann im 2ten, dann im 3ten Gefäß u. s. w., ferner ω', ω'', ω''', ... die Oeffnungen am Boden des 1sten, 2ten, 3ten Gefäßes u. s. w., so daß f jenem ω gleich ist, das mit den meisten Strichen versehen ist.

Betrachten wir am Ende irgend einer Zeit t, binnen dem angenommenen Zeitincrementum dt, den dynamischen Zustand einer unendlich dünnen Schicht, z. B. jener $z''' ds'''$ im 3ten Gefäße, so ist dabei folgendes richtig: die träge Masse vom Gewichte $\gamma z''' ds'''$ wird beschleunigt 1) durch das relative Gewicht $\gamma z''' dx'''$; 2) durch die hydraulische Ueberwucht, welche aus den Drucken $p''' z'''$ und $(p'''+dp''')(z'''+dz''')$ entsteht; die Differenz dieser Drucke ist $= -p''' dz''' - z''' dp'''$; zum hydrostatischen Gleichgewichte muß diese Differenz seyn $= p''' z''' - p'''(z'''+dz''') = -p''' dz'''$; also ist hier die hydraulische Ueberwucht $= -z''' dp'''$. Hingegen wird dieselbe Masse aufgehalten durch den Adhäsionswiderstand $= F\left(\frac{f.v}{z'''}\right). u'''. ds'''$.

Es besteht also die Gleichung $\frac{ddz'''}{2gdt^2} = \frac{\gamma z'''.dx''' - z''' dp''' - F\left(\frac{f.v}{z'''}\right) u''' ds'''}{\gamma . z'''. ds'''}$

Nun ist aber $fvdt = z''' ds'''$, also $ddz''' = \frac{f.dt.dv}{z'''} - \frac{f.dt.v.dz'''}{z'''^2}$,

woraus folgt: $dp''' = \gamma dx''' + \frac{\gamma . f^2 v^2}{2g} . \frac{dz'''}{z'''^3} - \frac{\gamma f dv}{2g dt} . \frac{ds'''}{z'''} - F\left(\frac{f.v}{z'''}\right)\frac{u''' ds'''}{z'''}$

Integrirt man diese Gleichung bloß in Bezug auf x''', y''', s''', z''', u''', p''', betrachtet aber t, dt, v und dv als beständig, so erhält man die Gleichung, welche unter den zusammengehörigen Functionen x''', y''', s''', z''', u''', p''', am Ende einer angenommenen Zeit t, binnen einem angenommenen dt, bei angenommener Geschwindigkeit v im Querschnitt f,

Digitized by Google

und bei angenommenen dv, Statt findet, man mag die Function x''', y''', s''', z''', u''', p''', auf welch immer einen Waſſerquerſchnitt im 3ten Gefäße beziehen. Dieſe Gleichung lautet ſo:

$$p''' = C + \gamma . x''' - \frac{\gamma . f^2 . v^2}{4g . z'''^2} - \frac{\gamma . f . dv}{2gdt} \int \frac{ds'''}{z'''} - \int F\left(\frac{f . v}{z'''}\right) \frac{u''' ds'''}{z'''}$$

Ganz dieſelbe Gleichung erhält man in demſelben Sinne für jeden Querſchnitt im 2ten Gefäße, wenn man ſtatt 3 Striche allenthalben 2 Striche ſetzt, u. ſ. w. Es beſteht aber auch für jeden Querſchnitt des obern Waſſerkegels im 3ten Gefäße die Gleichung:

$$\mathfrak{P}''' = C + \gamma . \mathfrak{X}''' - \frac{\gamma . f^2 . v^2}{4g \mathfrak{Z}'''^2} - \frac{\gamma . f . dv}{2gdt} \int \frac{d\mathfrak{S}'''}{\mathfrak{Z}'''} - \int f\left(\frac{f . v}{\mathfrak{Z}'''}\right) \frac{\mathfrak{U}''' . d\mathfrak{S}'''}{\mathfrak{Z}'''}$$

und für jeden Querſchnitt des untern Waſſerkegels im 3ten Gefäße die Gleichung:

$$p''' = C + \gamma . \mathfrak{x}''' - \frac{\gamma . f^2 . v^2}{4g . \mathfrak{z}'''^2} - \frac{\gamma . f . dv}{2gdt} \int \frac{d\mathfrak{s}'''}{\mathfrak{z}'''} \int f\left(\frac{f . v}{\mathfrak{z}'''}\right) \frac{u''' . d\mathfrak{s}'''}{\mathfrak{z}'''}$$

worin die Bedeutungen der Buchſtaben leicht zu errathen ſind, indem für jeden obern Kegel große deutſche, für jeden untern Kegel kleine deutſche Lettern angenommen ſind.

Da der Werth von p''' vom Ausdrucke $\int \frac{ds'''}{z'''}$ nur in ſo fern abhängen kann, als dieſer Ausdruck ſich auf die im 3ten Gefäße mit Waſſer gefüllten Querſchnitte bezieht, folglich die über dem Querſchnitte A''' gedachten geometriſchen Querſchnitte nicht in Rechnung kommen können, da zugleich alle Waſſerquerſchnitte im 3ten Gefäße von A''' bis z''' in Rechnung kommen müſſen, ſo muß bei Integration von $\frac{ds'''}{z'''}$ die Conſtante ſo beſtimmt werden, daß $\int \frac{ds'''}{z'''}$ für $z''' = A'''$ verſchwinde. Wir wollen daher die Function $\int \frac{ds'''}{z'''}$ allgemein durch $\varphi'''(z''') - \varphi'''(A''')$ ausdrücken, und aus ähnlichen Gründen die Function $\int F\left(\frac{f . v}{z'''}\right) \frac{u''' . ds'''}{z'''}$ durch $\psi'''(z''') - \psi'''(A''')$.

Bezeichnen wir durch D', den Druck p', im oberſten Querſchnitte A' des 1ſten Gefäßes und die demſelben Querſchnitte entſprechende Abſciſſe x' durch H', ſo beſteht für den unterſten Querſchnitt a' des 1ſten Gefäßes, oder für den oberſten Querſchnitt des untern Kegels im 1ſten Gefäße, deſſen Abſciſſe x' wir durch h' bezeichnen, ein Druck d' der ſich ſo anſetzen läßt:

$$d' = D' + \gamma (h' - H') + \frac{\gamma . f^2 v^2}{4g} \left(\frac{1}{A'^2} - \frac{1}{a'^2}\right) + \frac{\gamma . f . dv}{2gdt} \times$$

$$\left(\varphi'(A') - \varphi'(a')\right) + \psi'(A') - \psi'(a').$$

Aus der Substitution dieſes Ausdrucks von d′ ſtatt p′, in die Gleichung p′ = ... , für einen Querſchnitt des untern Kegels, im 1ſten Gefäße, läßt ſich die Conſtante in dieſer Gleichung beſtimmen, und hieraus der Druck im unterſten Querſchnitt ω dieſes Kegels, oder im oberſten Querſchnitte des obern Kegels des 2ten Gefäßes finden, u. ſ. w. woraus ſich entnehmen läßt, wie in der Gleichung $p''' = C + \ldots\ldots$ die Conſtante beſtimmt werden könne, wenn man allmählig vom 1ſten Gefäße an bis zum Querſchnitte z‴ die oben angefangene Operation fortſetzt.

Ich will hier die Anwendung dieſer Formel zeigen.

Man denke ſich ein cylindriſches, ſtets voll erhaltenes Gefäß, wobei das Waſſer durch eine kreisrunde Oeffnung, die mitten im Boden angebracht iſt, ausläuft; bezeichne die Druckhöhe durch H′, den Luftdruck auf die Flächeneinheit durch 1, den Querſchnitt der Ausflußöffnung durch ω', den Querſchnitt des Gefäßes durch A′, ſo iſt, da die Höhe h′ des Waſſerkegels (über der Ausflußöffnung) gegen H′ vernachläſſigt werden kann, der Druck p′ am unterſten Querſchnitte des Waſſerprisma folgendermaßen auszudrücken:

$$p' = 1 + \gamma . H' - \frac{\gamma . \omega' . H'}{2 g A'} . \frac{d v}{d t} - \frac{2 \alpha . \omega'^2 . H' . \sqrt{\pi}\, v^2}{A'^{\frac{1}{2}}}$$

wenn $F(w) = \alpha . w^2$ geſetzt wird, wie dieß aus mehreren hydrauliſchen Verſuchen erlaubt zu ſeyn ſcheint. Der beſtändige Coefficient α wäre aus Verſuchen zu beſtimmen, und mag wohl von der Glätte und Qualität der Gefäßwände abhängen. Auch könnte hierauf die Capillarität Einfluß haben, z. B. beim Auslaufen von Queckſilber aus einem gläſernen Gefäße. In dieſem letzten Falle möchte F(w) wohl nicht mehr $= \alpha . w^2$ geſetzt werden dürfen. π drückt die halbe Kreisperipherie pro radio = 1 aus.

Setzt man ferner $f(\omega) = \beta . \omega^2$, ſo folgt $\int f\left(\frac{f . v}{\delta'}\right) \frac{u' . d f'}{\delta'} =$

$$= 2 \sqrt{\pi} . \beta . \omega'^2 v^2 \int \frac{d f'}{\delta'^{\frac{1}{2}}} = \frac{2 \gamma \pi . \beta . \omega'^2 . v'^2}{A'^{\frac{1}{2}}} \int \frac{\mu^5 . d f'}{(\mu - f')^5}$$

worin μ eine beſtändige Größe iſt, welche wir als eine Function von dem Verhältniſſe $\frac{\omega'}{A'}$ durch $\lambda \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^\sigma$ ausdrücken, worin die Conſtanten λ und σ aus Verſuchen zu beſtimmen ſind. Obiger Ausdruck verwandelt ſich daher in folgenden:

$$\frac{2 \sqrt{\pi} . \lambda^5 . \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^{5\sigma} . \beta . \omega'^2 . v^2}{A'^{\frac{1}{2}}} \int \frac{d f'}{\left(\lambda \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^\sigma - f'\right)^5}$$

Digitized by Google

Aus ähnlichen Gründen muß hier der Ausdruck $\int \frac{df'}{\mathfrak{z}'}$ durch

$$\frac{\lambda^2 \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^{2\sigma}}{A'} \int \frac{df'}{\left(\lambda \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^{\sigma} - f'\right)^2}$$

substituirt werden.

Der Grund dieser Substitutionen liegt hierin: wenn μ die Höhe des ganzen Kegels (wovon nur ein abgestußter Theil über ω' vorhanden ist) ausdrückt, so ist $\mathfrak{z}' = \frac{A'(\mu - f')^2}{\mu^2}$ Nun läßt sich einsehen, daß die Höhe dieses Kegels vom Verhältnisse $\omega' : A'$ abhängig sey, man seße also allgemein $\mu = \lambda \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^{\sigma}$. Dieß vorausgeseßt, besteht für den unterſten Querschnitt ω' des abgestußten Kegels (über der Ausflußöffnung w') folgende Gleichung (indem der Druck p' in der Ausflußöffnung w' dem Luftdrucke 1 gleich wird).

$$p' = 1 = 1 + \gamma . H' + \left(\frac{1}{A'^2} - \frac{1}{\omega'^2}\right) \frac{\gamma . \omega'^2}{4g} . v^2 -$$

$$- \left(\alpha . H + f' . \mu^3 \left(\frac{1}{4(\mu - \mathfrak{h}')^4} - \frac{1}{4\mu^4}\right)\right) \frac{2\sqrt{\pi . \omega'^2}}{A'^{\frac{3}{2}}} . v^2 -$$

$$- \left(H' + \mu^2 \left(\frac{1}{\mu - \mathfrak{h}'} - \frac{1}{\mu}\right)\right) \frac{\gamma . \omega'}{2 g A'} . \frac{dv}{dt} .$$

Substituirt man in dieser Gleichung μ durch $\lambda \left(\frac{\omega'}{A'}\right)^{\sigma}$, und $\mathfrak{h}'$ durch μ, ω' und A'; integrirt man dann die Gleichung, und sucht den Ausdruck für die Ausflußgeschwindigkeit v, so zeigt sich, daß derselbe vollkommen bestimmt sey, wenn man die Constanten α, β, λ, σ, kennt. Nun erfährt man aber ihre Werthe aus 4 genauen Versuchen an einem auslaufenden Gefäße von bekannten Dimensionen.

Integrirt man die leßte Gleichung, und sucht den Werth von v durch jenen von t ausgedrückt, so zeigt sich, daß, kurz nachdem das Auslaufen angefangen hat, die Geschwindigkeit in der Ausflußöffnung sich so wenig ändere, daß sie als gleichförmig angenommen werden darf, wie dies auch die Versuche über das auslaufende Wasser darthun. Wir nehmen demnach v als beständig, d. h. $dv = o$ an; dann folgt aus der leßten Gleichung folgender Werth für v, nämlich:

$$v^2 = \frac{\gamma . H'}{\frac{2\sqrt{\pi . \omega'^2}}{A'^{\frac{3}{2}}} \left(\alpha . H' + \beta . \mu^3 \left(\frac{1}{4(\mu - \mathfrak{h}')^4} - \frac{1}{4\mu^4}\right)\right) + \frac{\gamma . \omega'^2}{4g} \left(\frac{1}{\omega'^2} - \frac{1}{A'^2}\right)}$$

Nimmt man den Widerstand der Adhäsion an den Wänden und im Wasser als nicht bestehend an, setzt man nämlich $\alpha = o$ und $\beta = o$; nimmt man ferner ω' gegen A' so klein an, daß $\frac{1}{A'^2}$ gegen $\frac{1}{\omega'^2}$ verschwindet, so folgt aus obiger Gleichung jene $v = 2\sqrt{g.H'}$, eine bekannte Formel aus der Elementarlehre der Hydraulik.

b. Mechanismus am Weltgebäude.

§. 110. Dem Plane dieser Schrift gemäß, sollten hier die wesentlichsten Erscheinungen rücksichtlich der Bewegung der Himmelskörper unmittelbar wie dieselben sich uns darstellen, angeführt werden; und hieraus wäre dann erst zu untersuchen, auf welche Weise sich diese Bewegungen erklären lassen. Allein, da ich hier jenes nicht wiederholen will, was in andern Schriften mit großer Ausführlichkeit schon vielfältig dargestellt worden, so verweise ich diejenigen, welche wünschen, die Uebersicht der Erscheinungen an dem sich stets ändernden gestirnten Himmel in Rückerinnerung zu bringen, auf die so mancherlei populären Vorträge der Astronomie, und ganz vorzüglich auf den ersten Theil von Schuberts populären Astronomie.

Ich begnüge mich hier, wo es mir mehr um eine philosophische und wissenschaftliche Uebersicht der wesentlichsten Gesetze der Naturerscheinungen zu thun ist, als um eine bloß naturhistorische Ansicht desjenigen was sich unsern Sinnen darstellt; ich begnüge mich hier damit, die wesentlichsten Gesetze der Mechanik des Himmels ihrem Geiste nach anzuführen.

Uebrigens sind die jetzt allgemein anerkannten Gesetze über das eigentliche Wesen der Bewegungen der Himmelskörper (die Gesetze der theorischen und physischen Astronomie), die man zwar strenge genommen immer nur als Hypothesen betrachten darf, dennoch von der Art, daß alle durch Calcul daraus gezogenen Resultate mit den wirklichen Erscheinungen auf eine so auffallende Weise übereinstimmen, daß man keinen Anstand nehmen darf, diese Gesetze, als eben so unläugbare Wahrheiten anzunehmen, als jene Gesetze, die wir ohne Hypothese unmittelbar aus den Erscheinungen selbst zu ziehen vermögen.

Ich weiche demnach von dem Plane dieser Schrift nicht ab, wenn ich diese Gesetze in der Reihe derjenigen anführe, welche sich aus der Erscheinung unmittelbar ergeben. Wenn ich nämlich z. B. folgende zwei Gesetze als gleich ausgemacht hier annehme, nämlich jenes: Beim Magnete bestehe Anziehung zwischen Nordpol und Südpol, hingegen Abstoßung zwischen Nordpol und Nordpol .....; ferner jenes: die Erde bewegt sich um die Sonne in einer Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, u. s. w. Nun wieder zu unserm Gegenstande.

Digitized by Google

§. 111. Wir haben allen Grund zu vermuthen, daß die ungeheure Menge von Fixſternen, wovon wir vermuthlich nur einen ſehr kleinen Theil wahrnehmen können, leuchtende Körper ſind, um welche, eben ſo wie um unſere Sonne, dunkle Himmelskörper in beſtimmten Bahnen bewegt werden. Eben ſo wahrſcheinlich iſt es, daß beſtimmte Gruppen von Fixſternen, in deren einer ſich unſere Sonne befindet, um gemeinſchaftliche Centralkörper ſich bewegen; daß ferner beſtimmte Gruppen ſolcher Hauptcentralkörper ſich wiederum um andere Centralkörper bewegen, u. ſ. w., ſo daß vielleicht endlich das Ganze unüberſehbare Heer von Himmelskörpern ſich um einen einzigen Punkt dreht. Allein alles dies bleibt immer nur Vermuthung, die bloß auf Analogie geſtützt iſt.

Wir ſind ſtolz auf unſere Entdeckungen in den Geſetzen, welchen die Himmelskörper unterworfen ſind; und dennoch kennen wir über dieſen Gegenſtand nur dasjenige, was einen kleinen Punkt des wahrnehmbaren geſtirnten Himmels betrifft, was ſich nämlich auf unſere Sonne, und die ſich um dieſelbe bewegenden Himmelskörper bezieht. Wollten wir weiter fragen, was uns denn von dieſem kleinen Punkte der Schöpfung bekannt ſey, ſo müßten wir mit noch größerer Demüthigung geſtehen, daß wir hier nur eine einzige Gattung von Fragen zu beantworten vermögen, nämlich jene, die ſich bloß auf Quantität bezieht; und ſelbſt da bleibt uns noch viel zu beantworten übrig.

§. 112. An den Fixſternen konnten wir bisher noch keine eigenthümlichen Bewegungen wahrnehmen. Bradley hat bewieſen, daß die Bewegungen, welche den Fixſternen zuzukommen ſcheinen, bloß einer Täuſchung zugeſchrieben werden müſſen, und von der ſogenannten Aberration des Lichts herkommen.

Merkwürdig iſt dasjenige, was Herſchel am neblichten Himmel und in der Milchſtraße, über eine fortwährende Bewegung in den Sternhaufen beobachtet haben will, wornach die bisher noch in ungeregelten Gruppen ſich darſtellenden Sternhaufen nach und nach der Kugelgeſtalt ſich nähern ſollen. Ich möchte dieß eine im Werden begriffene Cryſtalliſation am Weltgebäude nennen. Herſchel glaubt dieſe Erſcheinungen eigenen zuſammendrängenden Kräften zuſchreiben zu müſſen.

§. 113. Unſer Sonnenſyſtem bezieht ſich auf die Sonne und die um dieſelbe ſich bewegenden Himmelskörper. Nach dem bisherigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe über dieſen Gegenſtand dürfen wir Folgendes behaupten:

Um die Sonne bewegen ſich in elliptiſchen Bahnen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſteht, die Planeten in folgender Ordnung, vom Nächſten angefangen: Merkur, Venus, Erde, Mars, Veſta, Juno, Pallas, Ceres, Jupiter, Saturn, Uranus.

Ferner bewegen ſich um mehrere dieſer dunklen Körper einer oder mehrere Trabanten, und zwar in elliptiſchen Bahnen, in deren einem Brennpunkte der dieſen Bahnen entſprechende Planet liegt. Die Erde hat nur einen Trabanten, nämlich den Mond.

Jupiter besitzt vier Trabanten. Merkwürdig ist der doppelte Ring des Saturns, u. s. w. Ferner gehören zu unserem Sonnensysteme die Kometen, welche größtentheils in Ellipsen von so großer Excentricität laufen, daß man näherungsweise jenen Theil ihrer Bahn, der ihnen im Perihelio zukömmt, als ein Stück einer Parabel betrachten kann. Bisher sind die Elemente der ganzen Bahn, nur von zwei sich in Ellipsen bewegenden Kometen bekannt, nämlich vom Halleyschen Kometen und vom Kometen der 1815 erschienen ist.

Die Bahnen der Planeten befinden sich sämmtlich innerhalb des Thierkreises, da hingegen die Bahnen der Kometen um die ganze Sphäre der Sonne vertheilt sind. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, wie deutlich die Vertheilung dieser Bahnen auf eine planmässige Anordnung des Weltgebäudes hindeute, wornach die möglich größte Anzahl von Himmelskörpern in einem bestimmten Raume sich so bewegt, daß kein Begegnen derselben zu befürchten ist *).

Die Himmelskörper unseres Sonnensystems, welche ausser der Sonne, alle als dunkle nicht selbst leuchtende Körper betrachtet werden müssen, haben durchgehends, nebst ihren fortschreitenden Bewegungen in ihren Bahnen zu gleicher Zeit Umdrehungsbewegungen um bestimmte Axen. Durch erstere entstehen wahrscheinlich in allen diesen Himmelskörpern ähnliche periodische Veränderungen, welche an unserm Planeten die Jahreszeiten genannt werden, so wie durch die letzteren Bewegungen in allen diesen Himmelskörpern die Erscheinungen von Tag und Nacht entstehen mögen.

Die Axe, worum sich unsere Erde dreht, ist gegen die Ebene, in welcher die Bahn der Erde liegt, unter einem veränderlichen Winkel, der aber im Durchschnitte als ungefähr 23 Grade angenommen werden darf, geneigt; überdieß behält diese Axe in allen Standpunkten der Erde in ihrer Bahn, beständig einerlei Lage, wodurch die scheinbare Schiefe der Ekliptik entsteht. Hierauf beruht eigentlich die Veränderlichkeit der Jahreszeiten, der veränderliche Stand der Sonne gegen den Aequator, die Veränderlichkeit in der Länge von Tag und Nacht.

Hier folgt die tabellarische Uebersicht der mittleren Halbmesser der Bahnen sowohl für die Planeten als den Mond; ferner der Umlaufszeiten bei den Planeten und beim Monde; endlich der Rotationsperioden an den Planeten und am Monde.

---

*) Siehe unter andern über diesen Gegenstand: Bode über die Lage und Austheilung der bisher bekannten Bahnen der Planeten und 95 Kometen, in den Abhandlungen der mathematischen Klasse der königl. Preußischen Akademie der Wissenschaften 1804 — 1811.

Digitized by Google

	Mittlere Halbmesser der Bahn.	Umlaufszeiten in Tagen.	Rotationsperioden in Tagen und Stunden.
☿	 19,1833050	 30347	.....
♄	 9,5387705	 10746	..... 10 Stunden.
♃	 5,2027911	 4330	..... 9 St.
⚳	 2,767222	..... $4\frac{6}{7}$ Jahre.	.....
⚴	 2,765443	..... $4\frac{6}{7}$	.....
⚵	 2,668015	..... $4\frac{2}{3}$	.....
♅	 2,359924	..... $4\frac{11}{12}$	.....
♂	 1,5236935	 686	..... 24 St.
♁	 1,	 365	..... 24 St.
♀	 0,7233323	 224	..... 23 St.
☿	 0,3878981	 87	.....
☾	..... $\frac{1}{400}$	..... 28 *)	..... 28 Tage.
☉	.....	.....	..... 25 T. 10 St.

Das bisher Gesagte ist nur ungefähr im Durchschnitte wahr, und erleidet, wie wir sehen werden, mancherlei Modificationen. Es enthält gleichsam nur die Grundzüge des Systems der Bewegungen, wie diese an den Himmelskörpern wirklich statt finden, und dankt seinen Ursprung vorzüglich Kopernikus und Keplern.

§. 114. Höchst wichtig unter den Gesetzen des Mechanismus am Weltgebäude erscheinen folgende Gesetze Keplers:

1) Jeder Planet bewegt sich in einer Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht.

2) Bei dieser Bewegung ist der dem jedesmaligen Standpunkte des Planeten entsprechende Sector jener Zeit proportional, welche der Planet braucht, um diesen Standpunkt zu erreichen (versteht sich, daß hier die Zeit von jenem Augenblicke an, gemessen wird, wo der Planet sich in jenem Punkte seiner Bahn befindet, welcher jenem Radius vector entspricht, von dem aus die Sectoren gemessen werden).

3) Bei mehreren Planeten, die sich um eine und dieselbe Sonne bewegen, verhalten sich die Quadrate der periodischen Umlaufszeiten, wie die Kubi der mittlern Abstände.

*) Dieß ist nur überhaupt genommen; denn hier muß man den periodischen, siderischen, synodischen, anomalistischen Umlauf unterscheiden.

Diese Gesetze finden nicht bloß statt, rücksichtlich der Bewegungen der Planeten um die Sonne, sondern bestehen auch an den Bewegungen der Trabanten um ihre Planeten; wobei man den Planeten eben so als Centralpunkt der Bewegung betrachtet, wie dieß oben rücksichtlich der Sonne geschah.

§. 115. Newton, der die Gabe besaß, wie diese vielleicht nie einem Menschen zu Theile geworden war, die unbegreiflichsten Erscheinungen durch sinnreiche Theorien, die das Gepräge einer majestätischen Einfachheit mit sich führen, zu erklären, und hieraus mittelst mathematischer Kunstgriffe, auf eine erstaunungswerthe Weise, bis in das Innerste der Natur zu dringen, und ihre verborgensten geheimsten Gesetze, in dem hellsten Lichte darzustellen; Newton, dieser große unnachahmliche Forscher in dem Reiche der Ideen und der Wirklichkeit, combinirte die ebenerwähnten Gesetze Kepiers mit jenen Gesetzen, welche er über die Bewegung eines Punktes gegen einen andern anziehenden Punkt a priori aufgestellt hatte (Siehe den vorhergehenden Artikel, Mechanismus an einem Systeme von Punkten überhaupt), und schloß aus dem zweiten der obenangeführten Gesetze, auf das Daseyn einer Centralkraft in der Sonne gegen die Planeten; ferner aus dem ersten und dritten dieser Gesetze auf das Gesetz dieser der Sonne zukommenden Centraikraft. Er bestimmte nämiich dieses Gesetz dahin, daß die beschleunigende Kraft dieser Centralkraft, d. h. die auf die Einheit der angezogenen Masse ausfallende Kraft, dem Quadrate der Entfernung verkehrt proportional sey.

Nach dieser großen Entdeckung konnte es einem Newton wohl nicht mehr entgehen, zu vermuthen, daß dieses Gesetz nicht nur zwischen der Sonne und den Planeten, so wie zwischen dem jedesmaligen Planeten und seinen Trabanten, sondern unter allen Himmelskörpern statt finde; und, daß die Erscheinungen der Schwere an der Oberfläche unseres Planeten nichts anderm zugeschrieben werden könnten, als jener allgemeinen Gravitation, welche, durch die ganze Schöpfung verbreitet, alle Materie, selbst die von einander entfernteste, in dynamischer Wechselwirkung erhält.

Die Richtigkeit dieser Vermuthung bewies Newton durch die überraschendsten Uebereinstimmungen mit den Phänomenen der Schwere, und jenen der wechselseitigen Perturbationen an den Himmelskörpern.

Alle über diesen Gegenstand seither gemachten Untersuchungen, alle unsere seit dieser großen Epoche in der physischen Astronomie, als dem eigentiich philosophischen Theile der Astronomie, durch die feinsten Kunstgriffe des Calcuis aufgefundenen Gesetze, und die jedesmaligen Vergieichungen derselben mit der Wirklichkeit, bestätigen die Evidenz und die hohe Wichtigkeit des Gesetzes der Gravitation immer mehr und mehr, und müssen als eine Huldigung betrachtet werden, die man nicht aufhören kann, dem großen Erfinder dieses Gesetzes zu leisten.

Digitized by Google

Das Geſetz der Gravitation lautet folgendermaßen:

Die Gravitation beſteht unter allen Theilen der Materie, und erſtreckt ſich bis auf die unermeßlichſten Entfernungen hinaus. Die Anziehung, welche hiernach ein Antheil von Materie ausübt, iſt unabhängig von der Geſchwindigkeit, womit die angezogene Maſſe der anziehenden ſich nähert (hierin liegt ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen der Gravitation und irgend einer Kraft von beſchränktem Drucke und beſchränkter Geſchwindigkeit, wie z. B. die Kraft, welche ein Zughier auf einen Angriffspunkt ausübt). Die Anziehung, welche eine gegebene Maſſe, im Ganzen auf eine andere Maſſe ausübt, iſt, unter übrigens gleichen Umſtänden, der Quantität der Maſſe am angezogenen Körper proportional; iſt nämlich der angezogene Körper eine gegebene Größe, ſo iſt unter übrigens gleichen Umſtänden, die beſchleunigende Kraft, die er gegen den angezogenen Körper ausübt, unabhängig von der Maſſe des angezogenen Körpers; hingegen iſt die bewegende Kraft, welche hier der angezogene Körper erleidet, der Maſſe deſſelben proportional (abermals ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen der Gravitation und irgend einer Kraft von beſchränktem Drucke und beſchränkter Geſchwindigkeit, als bei welcher die bewegende Kraft als gegeben erſcheint, hingegen die beſchleunigende Kraft jener Maſſe verkehrt proportional iſt, auf welche die Kraft ſich äuſſert).

Die Anziehung, welche ein gegebener Körper durch einen veränderlichen Körper erleidet, iſt unter übrigens gleichen Umſtänden, der Maſſe des anziehenden Körpers proportional. Endlich iſt unter übrigens gleichen Umſtänden, die Anziehung, welche ein Körper durch einen andern erleidet, dem Quadrate jener Entfernung verkehrt proportional, auf welche dieſe Körper von einander abſtehen.

§. 116. Unter andern wichtigen Geſetzen folgerte Newton aus ſeiner Theorie der allgemeinen Gravitation dieſes: die Centralkräfte, folglich die Maſſen der Himmelskörper, verhalten ſich wie die Kubi der mittlern Abſtände, und verkehrt wie die Quadrate der periodiſchen Umlaufszeiten, wenn man alles auf jene Körper bezieht, welche um jene Centralmaſſen ſich bewegen. Hiernach laſſen ſich die Verhältniſſe der Maſſen jener Himmelskörper beſtimmen, um welche einer oder mehrere andere Himmelskörper ſich bewegen.

Newton beweiſt ferner, daß die oben erwähnten Kepler'ſchen Geſetze (welche Kepler bloß aus Beobachtungen a posteriori beſtimmte), ſtrenge genommen nicht wahr ſeyen; daß ſie aber darum der Wahrheit ſehr nahe kämen, weil, wegen des großen Verhältniſſes der Sonnenmaſſe gegen die Planetenmaſſen, der Schwerpunkt, welcher gemeinſchaftlich der Sonne und irgend einem Planeten zukömmt, ſehr nahe an den Schwerpunkt der Sonne, zu liegen kömmt. Strenge genommen aber, bewegt ſich nicht der Planet um die ſtille ſtehende Sonne, ſondern es bewegen ſich beide Himmelskörper um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt, und dieß zwar nach folgenden ſchönen Geſetzen: Die Bahn,

Digitized by Google

welche die Sonne um den erwähnten gemeinschaftlichen Schwerpunkt beschreibt; ferner die Bahn, welche der Planet um denselben gemeinschaftlichen Schwerpunkt beschreibt; endlich die relative Bahn, welche der Planet um die Sonne beschreibt; diese drei Bahnen sind drei ähnliche Curven *).

Setzt man die Masse der Sonne = S, jene des Planeten = P, so gelangt man auf richtige Rechnungsresultate, rücksichtlich der relativen Bahn des Planeten um die Sonne, wenn man sich die Sonne als stillestehend denkt, zugleich aber die Masse der Sonne durch S + P ausdrückt **).

Newton zeigt ferner, daß die Planeten und Trabanten keine vollkommenen Ellipsen beschreiben, indem sie, wegen der allgemeinen gegenseitigen Gravitation, Störungen oder Perturbationen in ihren elliptischen Bahnen erleiden, und das zwar durch den Einfluß aller Himmelskörper auch selbst der entferntesten Fixsterne. Indeß darf bei Bestimmung dieser Abweichungen nur auf jene Himmelskörper Rücksicht genommen werden, welche durch ihre ausgezeichnete Masse, oder durch ihre größere Nähe den wichtigsten Einfluß auf diese Störungen äussern ***). So z. B. erleidet der Mond die Störungen in seiner Bahn vorzüglich durch die anziehende Kraft der Sonne.

Aus der allgemeinen Gravitation, und aus der von der Kugelgestalt abweichenden Gestalt der Planeten und Trabanten, ergeben sich deren Perturbationen in der Rotation. Dahin gehören unter andern die Libration des Mondes, oder dessen pendelmässiges Schwanken um die auf der Moudbahn senkrechte Hauptaxe. Dahin gehört ferners die Nutation der Erdaxe, woraus die Veränderlichkeit in der Schiefe der Elliptik, und zugleich die Präcession der Nachtgleichen entsteht.

§. 117. Wenn zwei Himmelskörper um einerlei Centralkörper sich so bewegen, daß der eine eine Parabel, der andere einen Kreis beschreibt, so aber, daß der Centralkörper sowohl im Mittelpunkte des Kreises, als im Brennpunkte der Parabel liegt, und daß der Parameter der Parabel dem Durchmesser des Kreises gleichkömmt, so verhält sich die Geschwindigkeit des Himmelskörpers im Kreise (welche eine beständige Größe ist), zu der

---

*) Die Natur der ähnlichen Curven findet sich unter andern in Eulers Analyse des Unendlichen auseinandergesetzt.

**) Ueber alle diese Gesetze Newton's siehe Schuberts theoretische Astronomie, und meine Erläuterungen zu diesem Werke.

***) Die Bestimmung dieser Abweichungen geschieht durch die Perturbationsrechnung, welche auf dem schon erwähnten Probleme der drei Körper beruht.

Digitized by Google

Geschwindigkeit, welche der nach der Parabel laufende Himmelskörper im Scheitel der Parabel hat (nämlich auf die Sonne bezogen, im Perihelio) wie $\sqrt{2} : 1$. *).

c. Mechanismus an unserm Planeten unmittelbar.

§. 118. Unsere Erde bewegt sich um die Sonne in einer Ellipse, welche vom Kreise nicht merklich abweicht, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, und wobei die halbe große Axe = 20851500 deutsche Meilen beträgt.

Die Geschwindigkeit, womit die Erde ihre Bahn durchläuft, ist im Perihelio am größten, im Aphelio am kleinsten. Ueberhaupt richtet sie sich ziemlich nach dem Gesetze Newtons, wo er die Bewegung eines angezogenen Punktes um einen anziehenden Punkt bestimmt (wie dieß in dem Artikel Mechanismus an einem Systeme von Punkten überhaupt gezeigt wurde); obgleich hierin, so wie überhaupt in der elliptischen Bahn selbst manche Perturbationen statt finden, welche vorzüglich dem Einfluße vom Jupiter und Venus zuzuschreiben sind.

Wegen der Perturbation, welche die Erde in ihrer Bahn erleidet, bemerkt man ein Zurückweichen der Absiden, das jährlich gegen 6 Secunden beträgt.

§. 119. Nebst dieser Bewegung der Erde in ihrer Bahn, der sogenannten jährlichen Bewegung, erleidet sie noch eine Bewegung um ihre Axe, bei welcher, wegen der nicht kugelförmigen Gestalt der Erde, und der allgemeinen Gravitation, jene Perturbation statt findet, welche die Nutation der Erdaxe genannt wird, und wodurch die Veränderlichkeit in der Schiefe der Ekliptik und zugleich die Präcession der Nachtgleichen entstehen.

Den vorzüglichsten Einfluß hierauf äußern Sonne und Mond. Die Schiefe der Ekliptik nimmt ungefähr in 100 Jahren um 50 Secunden ab. Die Präcession der Nachtgleichen beträgt jährlich gegen 50 Secunden.

§. 120. Aus der jährlichen Bewegung entsteht die veränderte Ansicht des gestirnten Himmels. Aus der jährlichen Bewegung und der Schiefe der Ekliptik zugleich, entsteht die Veränderung an den Jahreszeiten; aus der täglichen Bewegung endlich, nämlich jener um die Erdaxe, entsteht Tag, Nacht und Dämmerung.

α. Mechanismus an unserm Planeten rücksichtlich des Anorganischen.

§. 121. Nach Newton nimmt die Schwerkraft vom Aequator nach den Polen hin zu, wie das Quadrat des Sinuses der geographischen Breite. Die Schwerkraft wird

*) Hiernach werden die paraboliſchen Elemente der Kometenbahnen bestimmt.

in jedem Standpunkte unſerer Erde bekanntermaſſen aus der Länge des Secundenpendels beſtimmt.

§. 122. Die magnetiſche Kraft nimmt bei zunehmender Breite ab. So macht eine Magnetnadel zu Berlin 60 Schwingungen in 316,5 Secunden, hingegen zu Rom in 281,6 Secunden *). Hingegen läßt ſich an der magnetiſchen Kraft keine merkliche Veränderung wahrnehmen, wenn man ſich über dem Meeresniveau ſehr beträchtlich erhebt; wie dieß die Verſuche von Biot, Gay-Luſſac und Humbold beweiſen **).

§. 123. Der Druck der Atmoſphäre erleidet regelmäßige Veränderungen zwiſchen den Wendekreiſen, indem daſelbſt der Barometer regelmäßigen Oscillationen unterliegt, welche bloß vom Stande der Sonne abzuhängen ſcheinen. Schon Humbold und Bonpland hatten dieß bemerkt, und neuerdings hat es Kruſenſtern beſtätigt.

§. 124. Zu den Erſcheinungen des Mechanismus an unſerm Planeten, rückſichtlich des Anorganiſchen, gehören auch die mancherlei Meeresſtrömungen, die mancherlei regelmäßigen Winde, die ſogenannten Paſſatwinde, vielleicht die Wirkung einer Art von Ebbe und Fluth in der Atmoſphäre. Allein ich vermag nicht beſtimmte Geſetze hierüber anzugeben.

Das wichtigſte Geſetz, das uns rückſichtlich der Ebbe und Fluth bekannt iſt, bezieht ſich darauf, daß die Springfluthen um die Syzygien, hingegen die todten Fluthen um die Quadraturen fallen, woraus ſich die Anziehung des Mondes auf den Ocean bewährt, welches abermals Newtons Geſetz der allgemeinen Gravitation beſtätigt.

Die vorzüglichſten Richtungen der Meeresſtrömungen ſind folgende: Die allgemeine, Oſt nach Weſt, — Von den Polen nach dem Aequator. — Ströme im Meer. — Golfſtrom bis Mexico, von S. W. nach N. O. — Andere veränderliche Ströme, von S. nach N. zwiſchen den weſtindiſchen Inſeln. — Reiſſender Strom vom Vorgebirge der guten Hoffnung bis zum Meerbuſen Fernando Po, von W. nach O. — Ein anderer vom Cap nach Süd. — Ein Strom von Ceylon vom März bis Oktober nach Süd, dann umgekehrt. — Zwiſchen Malacca und Cochin vom April bis Ende Auguſt ein Strom nach Oſt, dann mit großer Heftigkeit umgekehrt. — Beſtändiger Strom von Süd nach Nord, an der Weſtküſte von Amerika. — Strom von Peru nach N., vom Feuerland nach O. — Im Mittelmeer ein ſtarker Strom von O. nach Weſt., (Strom von Gibraltar). — Ströme der Nordſee ſtark, aber von Winden abhängend. — Ströme der Oſtſee meiſt von N. O. nach S. W. ſind ſehr ſtark, ſcheinen vom Einſtrömen der Flüſſe ent-

*) Mémoires de la société d'Arcueil.

**) Voyage d'Alexandre Humbold 1807.

ſtanden. — Strom im Sibiriſchen Meere von O. nach W. — Eben ſo jenſeits des Feuerlandes in der Straße Le Maire, ein ſtarker Strom von O. nach W. — Dem ſtärkſten wird bis 80 Fuß Geſchwindigkeit in einer Secunde beigelegt. — Gewöhnliche Tiefe gegen 80 Fuß. — In der Tiefe oft ein Strom nach entgegengeſetzter Richtung. — Aehnliche Ströme in der allgemeinen, bildenden Fluth, mußten den Gebirgen ſchon im Allgemeinen ihre eigenthümliche und beſondere Richtung, ihren Abfall u. a. geben, und bildeten vielleicht ſchon den erſten Umriß jener Thäler, in denen jetzt die Flüſſe gehen. — Vielleicht ſchon durch die damalige allgemeine Richtung der Strömung von O. nach W. und von N. nach S., die gewöhnlichen Verhältniſſe des Abfalls entſtanden *).

§. 125. Was die Bewegung des Waſſers in Bächen, Strömen, Flüſſen .... anbelangt, ſo ſcheint es beinahe unmöglich, beſtimmte Geſetze darüber anzugeben, da hier zu viele Unregelmäßigkeiten eintreten **). Ein beſtimmtes Geſetz läßt ſich nur da erwarten, wo das Waſſer in einem regelmäßigen Gerinne fortläuft. Ich will hier kurz dasjenige hierüber anzeigen, was ſich weitläufiger in Eytelweins Handbuch der Hydraulik vorfindet.

Wenn ein prismatiſcher Waſſerkörper längs eines geneigten regulären Gerinnes fortläuft, ſo kann nur in den erſten Momenten der Bewegung eine zunehmende Geſchwindigkeit ſtatt finden; denn, da der Widerſtand der Adhäſion des Waſſers an den Wänden des Gerinnes mit der Geſchwindigkeit zunimmt, ſo tritt bald jener Zuſtand ein, daß der Adhäſionswiderſtand dem, nach der Richtung des Gerinnes ſich äußernden Theile der Schwere des Waſſerkörpers gleich kömmt, wo dann dieſer Waſſerkörper nach dem Geſetze der Trägheit jene Geſchwindigkeit unabänderlich beibehält, bei welcher der Adhäſionswiderſtand den erwähnten Werth erlangt hat. Dieſen Betrachtungen gemäß ergibt ſich folgende Formel $c = 90{,}9 \sqrt{\frac{s\,\alpha}{p\,\lambda}}$, worin c die Geſchwindigkeit, s den Querſchnitt, p den die Wände des Gerinnes berührenden Antheil des Perimeters jedes Querſchnittes, α das Gefälle, λ die Stromlänge ausdrücken.

β. Mechanismus an unſerm Planeten, rückſichtlich des Organiſchen.

§. 126. Hieher gehören die Geſetze, welche ſich auf die allmähliche Verbreitung der

*) Schubert Geognoſie.

**) Viel Praktiſches über dieſen Gegenſtand, geſtützt auf eine große Anzahl von Meſſungen, findet ſich in den hydrotechniſchen Schriften von Wiebeking, auch manches in Funks Beiträgen zur Waſſerbaukunſt. ....

Pflanzen, Zoophyten, Thiere, ja selbst der Menschen, und zwar bestimmter Völkerstämme beziehen. Ob uns nun gleich in dieser Rücksicht viele einzelne Facta bekannt sind, so zweifle ich, daß wir nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Wissenschaften schon im Stande seyn sollten, diese bekannten Thatsachen unter allgemeine Gesetze zu bringen; es bleibt demnach hier der physischen Geographie, der Naturgeschichte, ja selbst der Geschichte noch Vieles zu thun übrig.

Ferners gehören hieher auch die Gesetze, wornach eine große Anzahl von Thieren ihren Wohnort periodisch verändern. Viele Thiere bringen Winter und Sommer an der Oberfläche der Erde oder im Wasser, in einer und derselben Gegend zu. Andere leben nur in der warmen Jahreszeit über der Erde, verkriechen sich aber für den Winter in Höhlungen, in hohle Baumstämme . . . . . Noch andere fliehen sogar die Gegend, die sie während des Sommers bewohnen, um bei eintretender Kälte die ihnen unentbehrliche höhere Temperatur in andern Klimaten zu suchen, und solchermassen immer dahin zu ziehen, wo die Vegetation in der vollsten Ausübung ihrer Kraft steht; dieß ist der Fall bei Landthieren, bei Vögeln, bei Fischen und überhaupt bei vielen Bewohnern der See.

d. Mechanismus am Anorganischen, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 127. Nach Newton und Laplace ist die Cohäsion dem Kubus, die Gravitation dem Quadrate der Abstände verkehrt proportional.

§. 128. Die Erscheinungen der Capillarität gehören zwar hieher, eben sowohl aber auch zum Anatomismus und Plasticismus, wo schon hierüber gehandelt wurde.

§. 129. Gleichnamige Elektrizitäten stossen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Dasselbe besteht bei Magneten.

§. 130. Die Gesetze der Schallfortpflanzung *) unterliegen noch mancher Berichtigung. Darf man annehmen, daß die Stärke der Schallfortpflanzung durch verschiedene homogene feste Körper, im Verhältnisse der Cohärenz derselben stehe; daß sie hingegen

*) Die Fortpflanzung des Schalls ist eine Aeußerung des Mechanismus, denn, wir können uns durch unläugbare Versuche überzeugen, daß wir einen Schall nur dann wahrnehmen können, wenn unser Gehörorgan mit dem schallenden Körper durch materielle Theile ununterbrochen verbunden ist, welche in Vibration gesetzt werden. Nicht so unmittelbar läßt sich die sogenannte Fortpflanzung des Lichts und der Wärme, der Elektrizität, des Magnetismus . . . ., als eine Aeußerung des Mechanismus betrachten, indem wir bei diesen Erscheinungen durch unsere Sinne keine in Bewegung gesetzte Materie wahrzunehmen vermögen, sondern höchstens nur die Bewegung einer fingirten Materie als Hypothese annehmen können. Daher wird in dem gegenwärtigen Artikel: Mechanismus am Anorganischen, wohl der Schallfortpflanzung, nicht aber der Bewegung des Lichts, der Wärme . . . . . erwähnt.

bei flüssigen Körpern dem specifischen Gewichte proportional sey, wie dieß Arnim aus Versuchen darthun will? *).

Nach welchem Gesetze die Geschwindigkeit des Schalls in der atmosphärischen Luft vom Barometer- und Thermometerstande abhänge, wird in Gilberts Annalen 1810, Stück 8 gezeigt. Im Durchschnitte darf man 1028 Fuß für die Secunde annehmen.

Ueber die Schallphänomene in verschiedenen Gasarten und Dämpfen haben vorzüglich Chladni und Benzenberg Versuche angestellt **). Newton beweiset, daß sich die Geschwindigkeit des Schalls in 2 elastischen Flüssigkeiten bei gleichen Wärmegraden gerade verhalten müssen, wie die Kubikwurzel aus den specifischen Elasticitäten dieser Flüssigkeiten. Aus diesem läßt sich also das eine finden, wenn das andere bekannt ist. Gewöhnlich glaubt man, daß das specifische Gewicht der verschiedenen Luftarten allein von ihrer specifischen Elasticität abhänge, und setzt daher diese Größen einander proportional. In der Newton'schen Proportion hat man daher statt der specifischen Elasticitäten die specifischen Schweren gesetzt, und daraus die Geschwindigkeit in verschiedenen Luftarten hergeleitet. Benzenberg zeigt aber, daß die Voraussetzung unstatthaft sey, weil aus ihr folgen würde, daß alle Gasarten bei einer Temperatur, wo sie aufhören elastisch zu seyn, gleich schwer wären, und behauptet, daß das specifische Gewicht nicht nur von der specifischen Elasticität, welche die Entfernung der kleinsten Theile von einander bestimmt, und folglich die Anzahl, die in einem gegebenen Raume enthalten sind, sondern auch von dem specifischen Gewichte der kleinsten Theilchen, die ihre Basis ausmachen, abhänge.

§. 131. Wenn eine vollkommen trockene Gasart, ohne Veränderung der Temperatur und ohne Etwas an der Quantität des Gases zu ändern, aus einem Volum in ein anderes übergeht, so ist die Expansivkraft, dem Volum verkehrt proportional, wie dieß Mariotte zuerst erwiesen hat.

§. 132. In wie ferne die Expansivkraft der Wasserdämpfe, welche ungehindert aus dem Wasser in einen gesperrten Raum aufsteigen können, von der Temperatur abhänge, haben Bedancourt, Schmidt, Gerstner . . . . . ganz vorzüglich aber Dalton in Manchester durch Versuche auszumitteln gesucht. Aus Dalton's Versuchen hat Soldner dieß Gesetz durch eine Formel ausgedrückt, welche auch für andere Flüssigkeiten als Wasser gilt, wenn man in der Formel andere beständige Größen substituirt, welche der jedesmaligen Natur der Flüssigkeit entsprechen. Bei der Temperatur $= (80 + u)^\circ$ Reaumur, sey der Barometerstand der Wasserdämpfe $= e$ englische Zolle, so ist log. $e =$

*) Gilberts Annalen 1800. Band 4.

**) Gilberts Annalen 1812. 9.

log. 30 + 0,1365. u. log. (1,3802 — 0,00253. u); vorausgeſetzt, daß der Frier- und Siedepunkt des Thermometers bei 30 engliſchen Zollen beſtimmt worden, und der Thermometer mit Octogeſimalſcale angewendet wird.

Aus obiger Gleichung läßt ſich unmittelbar die Expanſivkraft der Dämpfe von irgend einer Flüſſigkeit für jeden Temperaturſtand finden, wenn die Temperatur bekannt iſt, bei welcher dieſe Flüſſigkeit bei 30 engliſchen Zollen Barometerſtand zu ſieden anfängt. Denn es beſteht hier folgendes Geſetz: Die Expanſivkraft der Dämpfe von verſchiedenen Flüſſigkeiten iſt durchgehends gleich, wenn durchgehends eine gleiche Anzahl von Graden über, oder durchgehends eine gleiche Anzahl von Graden unter jenen Temperaturen beſteht, bei welchen jene Flüſſigkeiten unter einerlei Barometerſtande ſieden. Dieß Geſetz findet ſtatt, es mögen die Dämpfe ſich aus den Flüſſigkeiten in geſperrte Räume, in leere Räume, oder in ſolche geſperrte Räume erheben, welche mit irgend einer Gasart oder Dampfart von einer andern Art, gefüllt ſind *). Dieß letztere bezieht ſich auf die Anſichten Daltons, wornach bei Gasgemiſchen, jedes Gas für ſich ſeinen eigenen Druck ausübt, (wovon in der vierten Abtheilung Combinationismus weitläufiger geſprochen wird.)

§. 133. Die Geſetze der Expanſivkraft der Dämpfe einer Flüſſigkeit, erleiden manche Modificationen, wenn die Flüſſigkeit mit cryſtalliſirten Körpern in irgend eine Wechſelwirkung tritt, wie wir dieß hier zeigen wollen.

§. 134. An dem Dampfe oder dunſtförmigen Flüſſigkeit, welche ſich aus irgend einer tropfbaren Flüſſigkeit frei entwickelt, iſt die Temperatur (die objective Wärmeaction **)) des Dampfes, ganz dieſelbe, als die Temperatur, welche die erwähnte tropfbare Flüſſigkeit in ihren oberſten Schichten äußert (denn, tiefer nach dem Boden des Gefäßes hin, nimmt die Temperatur zu). Zwiſchen der jedesmaligen Temperatur der Dämpfe, und der zu gleicher Zeit an denſelben beſtehenden Expanſivkraft (der corrigirten Barometerhöhe) beſteht ein beſtimmtes Verhältniß, welches, beſagtermaßen, Dalton durch eine Tabelle ausgedrückt, und wornach Soldner die ſich dahin beziehende Gleichung berechnet hat ***).

Das erwähnte Verhältniß zwiſchen Temperatur und Expanſivkraft, wird bei einer und derſelben Flüſſigkeit, durch mancherlei Auflöſungen ſehr merklich abgeändert, und z. B. auf folgende Weiſe:

---

*) Bibliotheque Britannique 1802.

**) Der Ausdruck objective Wärmeaction wird im Artikel Imponderabilismus, wo von den Wärmeerſcheinungen geſprochen wird, deutlicher werden.

***) Laplace hat aus derſelben Tabelle eine Gleichung für den jedesmaligen Barometer- und Thermometerſtand der Waſſerdämpfe berechnet. Dieſe Formel iſt von einer andern Art, als jene von Soldner; ſie findet ſich unter andern auseinandergeſetzt in: Biot phyſique 1816. Th. I. pag. 277.

Wird ein Salz z. B. Soda in Waſſer aufgelöſt, ſo iſt bei irgend einem Temperaturzuſtande der Barometerſtand geringer, als wenn die Dämpfe ſich aus dem reinen Waſſer entwickelt hätten.

2) Ja noch mehr. Geſetzt, es befände ſich in der torricelliſchen Leere eines Barometers eine kleine Quantität Waſſers, und über demſelben befinden ſich die bereits aufgeſtiegenen Waſſerdämpfe von einer beſtimmten Temperatur und der ſich darauf beziehenden Expanſivkraft; ſo wird die Expanſivkraft dieſer Dämpfe bei unveränderter Temperatur erniedrigt, wenn man ein Stückchen Soda in die Flüſſigkeit bringt, in der ſich daſſelbe durch ſein geringeres ſpecifiſches Gewicht längs der Queckſilberſäule erhebt, und das Waſſer erreicht, ohne bis zu deſſen Oberfläche zu gelangen, folglich, ohne mit dem Dampfe eine unmittelbare Berührung einzugehen.

Dieſe Erſcheinungen laſſen ſich beide, ſowohl nach dem atomiſtiſchen Syſteme, als nach unſerer Anſicht von der Umſtimmung der Typen erklären. Vorzüglich gilt dieß von der erſteren Erſcheinung, bei welcher man annehmen kann; entweder, daß unter den ſich berührenden kleinſten Theilchen des Waſſers und des aufgelöſten Salzes, eine (der Capillarattraction ähnliche) Anziehung beſtehe, wodurch die Expanſion des Wärmeſtoffs vermindert wird; oder, daß das cryſtalliniſche Salz, am Waſſer den Typus zur Solidification (zur Darſtellung des feſten Aggregatzuſtandes) auf einen Grad weckt, der zwar zu ſchwach iſt, um eine Cryſtalliſation zu bewirken, nichts deſto weniger aber doch ſtark genug iſt, um ſich einer dunſtförmigen Expanſion mit einer gewiſſen Stärke zu widerſetzen.

Weit ſchwerer wird es, die zweite Erſcheinung nach der atomiſtiſchen Lehre zu erklären, nach welcher die Wirkung ſich doch nur auf die ſich unmittelbar berührenden Molekuls bezieht; indem, außer der allgemeinen Gravitation, welche hier nicht in Rechnung kommen kann, die durch Anziehung hervorgebrachten Wirkungen, bloß in der nächſten Umgebung des anziehenden Punktes, vor ſich gehn (wie dieß bei Erklärung der Capillarattraction, der chemiſchen Affinität u. ſ. w. angenommen wird u. ſ. w.) Dergleichen atomiſtiſche Erklärungsweiſen paſſen ſehr ſchlecht auf die zweite Erſcheinung, wo ſich die Wirkung der Soda bis auf die oberſten Schichten des Waſſerdampfes hin, erſtreckt, wo doch die Soda nicht einmal die unterſte Schichte des Waſſerdunſtes berührt. Weit ungezwungener erſcheint hier die Erklärung, wenn wir bloß eine Umſtimmung von Typen berückſichtigen. Wir betrachten dieſem gemäß, die zweite Erſcheinung folgendermaſſen:

Die Soda, das Waſſer und der Dampf, ſind drei Dinge, die unter einander in Wechſelwirkung ſtehen, nicht eben darum, weil eine mittelbare oder unmittelbare Berührung ſtatt findet, ſondern weil ſie gegen einander in jene Lage verſetzt ſind, in welcher eine wechſelſeitige Einwirkung unter denſelben ſtatt finden kann. So wirkt ein Körper auf den andern, durch den Stoß, durch Berührung; ſo wirkt die Sonne auf den beleuchte-

Körper ohne Berührung; sie weckt in ihm den Typus zur leuchtenden Action; so wirkt eine Farbe wechselseitig auf die andere, und hieraus entspringt Harmonie oder Disharmonie; so wirkt die Wahrnehmung auf die Reflexion und diese auf ein Heer geschaffener Bilder. Und wer sollte hier eine Berührung voraussetzen können?

In unserm in Nr. 2 betrachteten Falle, entsteht zwischen der Soda und dem Wasser eine wechselseitige Umstimmung der Typen zur Action nach Darstellung des Aggregatzustandes. Die Soda weckt im Wasser den Typus zur Solidification, hingegen weckt das Wasser in der crystallinischen Soda den Typus zur Liquification. Die im Wasser geweckte Action zur Solidification äußert sich subjectiv und objectiv. Subjectiv dadurch, daß sie zwar nicht crystallisirt, aber doch dichter wird, weniger flüssig ist; und in der That ist eine gesättigte Soole weniger flüssig, als reines Wasser. Objectiv äußert sich diese Action dadurch, daß sie in dem über sich stehenden Wasserdampfe den Typus zur Solidification weckt; d. h. ihm einen Theil seiner Expansivkraft raubt; da ja die Expansion der Gegensatz der Solidification ist. Hier äußert sich der veränderte Zustand im Wasser auf den veränderten Zustand in dem aus jenem emporgestiegenen Dampfe, ungefähr so, wie eine Veränderung in den mineralischen Bestandstoffen des Bodens auf die aus diesem emporgewachsene Pflanze, einwirkt; so wie eine fixe Idee der Mutter auf die Ausbildung des Kindes Einfluß hat (Muttermaale, die einem Schrecken, einem besondern Anblicke . . . . zuzuschreiben sind), so wie die Stimmung des Magnetiseurs auf jene des Magnetisirten einwirkt, u. s. w.

§. 135. Ueber das Verdünsten der Flüssigkeiten *) bestimmt Dalton vorzüglich Folgendes **): Die Menge der Verdünstung an einerlei Flüssigkeit, ist unter übrigens gleichen Umständen der Differenz jener Expansivkräfte proportional, welche dem aus der Flüssigkeit aufsteigenden Dampfe, und dem schon in der Luft über der Flüssigkeit gebildeten Dampfe (von derselben Art als der aufsteigende Dampf) zukommen.

Dalton meint, daß hier die Dämpfe eben so durch die Luft streichen, wie Wasser durch Kieselsteine. Er unterscheidet das Verflüchtigen, welches bloß an der Oberfläche der Flüssigkeit vor sich geht, von dem eigentlichen Sieden. Ersteres soll allemal vorgehen, wenn die Temperatur so hoch ist, daß die dieser Temperatur entsprechende Expansivkraft der Dämpfe, die Expansivkraft jener gleichnamigen Dämpfe übertrifft, welche in der Luft

*) Das Verdünsten der Flüssigkeiten ist eine Aeußerung des Mechanismus, ohne hiebei irgend eine Hypothese anzunehmen. Denn, es mag dieses Verdünsten vor sich gehen, wie es nur immer wolle, so erleidet allemal die Flüssigkeit eine Verminderung, die jener Quantität gleich kömmt, welche man erhält, wenn man die Dünste auffängt, und sie auf den tropfbarflüssigen Zustand zurückführt. Es ist also hier offenbar ein Entweichen, folglich eine Bewegung vorhanden.

**) Gilberts Annalen 1803.

ſchon gebildet ſind. Das Sieden hingegen ſoll ein Verflüchtigen nicht bloß an der Oberfläche, ſondern in allen Theilen der Flüſſigkeit zugleich ſeyn, und ſoll nur bei jener Temperatur ſtatt finden, bei welcher die Dämpfe eine Expanſivkraft erreichen, welche jene übertrifft, die der Luft ſammt den darin gebildeten Dämpfen entſpricht (dieß bezieht ſich auf Daltons Anſichten über das individuelle Verhalten der Gaſe und Dämpfe in Gemiſchen derſelben unter einander, welches in der vierten Abtheilung Combinationismus weitläufiger dargeſtellt wird).

c. Mechanismus an der Pflanze, ohne Beziehung auf unſern Planeten.

§. 136. Die auffallendſte und allgemeinſte Erſcheinung des Mechanismus an der Pflanze iſt das Wachſen derſelben. Bei näherer Betrachtung dieſes wundervollen Proceſſes aber, zeigt ſich bald, daß der Mechanismus hier eine nur ſehr ſecundäre Rolle ſpiele, und daß die Idee vom Wachſen ſehr hölzern, dieſer hohen Function ſehr unpaſſend ausfallen müßte, wenn man im Wachſen der Pflanzen den Mechanismus vorzüglich auffaſſen wollte. Die ſich hieher beziehenden Betrachtungen gehören weit zweckmäßiger in den Artikel, Organismus.

§. 137. Merkwürdig iſt die an vielen Pflanzen vorkommende Bewegung der Blüthen und Blätter, welche mit dem Laufe der Sonne in engſter Verbindung ſteht. Eben ſo intereſſant iſt das Oeffnen und Schlieſſen der Blüthen zu gewiſſen Stunden des Tages.

Wir bemerken an vielen Pflanzen eine Art von krampfhafter Zuſammenziehung, wenn wir ſie an gewiſſen Theilen berühren. Dieſe Zuſammenziehung iſt jedoch allemal nur lokal, verbreitet ſich nicht über die ganze Pflanze wie beim Thiere, das an irgend einem Theile des Körpers ſchmerzlich affizirt wird.

Beim Verletzen einer mit gefärbtem Safte gefüllten Aushöhlung, erfolgt, mittelſt einer mit Receptivität verbundenen Contraction, das Entweichen eines Theils dieſes Saftes, nie aber jenes Phänomen, das mit der Verblutung beim Thiere ſich vergleichen ließe. Hier zeigt ſich, wie vorhin ein geringerer Zuſammenhang, eine ſchwächere Wechſelwirkung unter den Theilen mit dem Ganzen, als dieß bei den Thieren der Fall iſt. Dieß deutet auf eine niedrigere Stufe des Lebens hin, an der Pflanze als am Thiere. Am Cryſtalle, wo das Leben in ſeiner niedrigſten Stufe erſcheint, vielleicht in ſeinem abſoluten Zero angenommen werden darf, beſteht unter den Theilen gar keine dynamiſche Wechſelwirkung; höchſtens findet ſich ein Zuſammenhang in Form und Lagerung der Theile, nämlich am Anatomismus und Plaſticismus.

§. 138. Der Saft in den Pflanzen, welcher durch die Wurzelfaſern aus dem Bo-

den eingefogen, hingegen durch die Blätter aus der Atmoſphäre aufgenommen, und wieder in die Atmoſphäre ausgeſchieden wird, bewegt ſich nur während der Vegetationszeit. Unter gewiſſen Graden der Temperatur tritt Stillſtand der Vegetation, ein Stocken aller Säfte, ein ſcheinbarer Tod an den Pflanzen ein, es beſteht nur mehr ein potenzielles Leben, das zu ſeinem Erwachen die rückkehrende Wärme erwartet.

Die Bewegung der Säfte in den Pflanzen reducirt ſich beinahe bloß auf ein Aufſteigen und Niederſteigen in parallel laufenden ſaftführenden Gefäßen, und auf ein langſames Uebertreten aus einer Zelle in die andere am Parenchym. Es iſt demnach dieſer Proceß weit einfacher, als die Bewegung des Blutes und der übrigen Säfte an den Thieren. Indeß darf doch dieſe Bewegung der Säfte nicht als eine bloße Wirkung der Capillarattraction angeſehen werden; der Organismus iſt hier im hohen Grade thätig.

Die Bewegung des Saftes geht bei den Pflanzen bei weitem nicht ſo regelmäßig vor ſich, wie bei den Thieren. Bei jenen iſt ſie weit abhängiger von äußern Umſtänden, als bei dieſen, und namentlich von der Einwirkung des Lichts und der Wärme. Wir bemerken demnach eine niedrigere Stufe des Lebens an den Pflanzen als an den Thieren, bei welchen letztern eine ſelbſtbedingte Thätigkeit weit energiſcher vorherrſcht.

Folgende ſind die Hauptmomente der Saftbewegungen an den baumartigen Gewächſen: Der mittelſt der Wurzelfaſern eingefogene Saft ſteigt größtentheils in den Spiralgefäßen, die nahe am Marke liegen, von unten hinauf; hingegen ſteigen die durch die Blätter aufgenommenen Säfte, vorzüglich durch die punktirten Gefäße oder Treppengänge, in der Gegend der Rinde, von oben herab.

Das Aufſteigen des Saftes geht im Frühlinge, das Abſteigen deſſelben gegen Ende des Sommers am lebhafteſten vor ſich. Während der erſten Periode treiben die Pflanzen vorzüglich ins Laub, während der letzten mehr in die Wurzeln. Das Niederſteigen geht viel langſamer vor ſich, als das Aufſteigen (daher das Begieſſen der Blätter weniger wirkſam iſt, als jenes der Wurzeln *).

f. Mechanismus an Zoophyten und Phytozoen ohne Beziehung auf unſern Planeten.

§. 139. Hier geſchieht die Ernährung größtentheils durch eine bloße Einſaugung des Nahrungsſaftes aus der Bauchhöhle in das gallertartige Parenchyma.

---

*) Treviranus Biologie . . . . . Ferner Link Phyſiologie und Anatomie der Pflanzen. Ferner Humphry Davy Agrikulturchemie. Ferner: Mehreres in den Schriften von Prieſtley, Ingenhouß, Sauſſure, Senebier . . . . . .

Digitized by Google

Häufig wird an den Zoophyten und Phytozoen eine mehr oder weniger thierähnliche Muskularbewegung wahrgenommen. Bei den Zoophyten läßt ſich ſogar eine Art von willkührlicher Bewegung bemerken *).

g. Mechanismus am Thiere, ohne Beziehung auf unſern Planeten.

§. 140. Der Mechanismus am Thiere äußert ſich auf eine doppelte, von einander ſehr auffallend verſchiedene Weiſe. Gewiſſe Bewegungen und Ausübungen von Kraft auf äußere Angriffspunkte, liegen in der Willkühr des Thieres; andere hingegen hängen vom Willen deſſelben gar nicht ab.

Erſtere beziehen ſich weſentlich auf Veränderung des Standpunktes, auf Veränderung der Gruppirung der Gliedmaßen gegen einander (das Thier vermag zu ſtehen, zu liegen, ſich zu dehnen, zuſammenzurollen . . . . .) auf mechaniſches Einwirken gegen die äußern mit dem Thierkörper in Berührung ſtehenden Gegenſtände; ferners, auf ein deutlicheres Auffaſſen ſinnlicher Eindrücke, wobei die Gegenſtände, welche dieſe Eindrücke veranlaſſen, nicht mit dem Thierkörper in unmittelbarer Berührung zu ſtehen brauchen (das Thier ſpitzt die Ohren nach einer gewiſſen Gegend hin; wendet die Augen gegen einen aufzufaſſenden Punkt, betaſtet die verſchiedenen Theile eines Körpers um deſſen Form wahrzunehmen . . . . . .)

Die unwillkührlichen Bewegungen hingegen beziehen ſich auf die Erhaltung des Thieres und auf deſſen Entwicklung, das heißt, auf die ſucceſſive Entwerfung beſtimmter Lebensbilder, nach einem vorgeſchriebenen Geſetze der Continuität. Hieher gehören die Bewegungen, am Athmen, Verdauen, Aſſimiliren, Ausſcheiden . . . . . Die unwillkührlichen Bewegungen ſind nicht zufällig, ſondern ſind eine Folge des einmal geweckten Typus zum erwähnten Entwurfe ſucceſſiver Lebensbilder.

In der Willkühr des Thieres liegt es, innerhalb beſtimmter Gränzen auf die Außenwelt einzuwirken; Bewegungen darin hervorzubringen; verbundene Theile zu trennen, getrennte zu verbinden; die Action der Außenwelt nach ihren verſchiedenen Modificationen aufzunehmen, oder von ſich zu weiſen; den Lebensfunctionen nachtheilige und zuträgliche Einflüſſe zu ſuchen und zu vermeiden, oder umgekehrt; u. ſ. w. Nicht in der Willkühr des Thieres liegt es aber, den Typus ſeines Lebens aus ſeinem Schlummer zu wecken; dieſem Typus dieſe oder jene Tendenz, für den Entwurf ſucceſſiver Lebensbilder, nach dieſem oder jenem Geſetze der Continuität zu ertheilen; die Einwirkungen der Außenwelt auf die innern

*) Viel Intereſſantes über Zoophyten, namentlich Infuſionsthiere, findet ſich unter andern in Treviranus Biologie.

Lebensfunctionen auf dieſe oder jene Weiſe zu erwiedern; nicht in der Willkühr des Thieres liegt es, unter gegebenen äußern Umſtänden die Intenſität ſeines Lebens zu erhöhen oder abzuſpannen, ſo wie der geworfene Körper an den Elementen ſeiner paraboliſchen Bahn nichts zu ändern vermag. Iſt der Typus des Lebens auf eine feſtgeſetzte Weiſe (nach Quantität und Qualität) geweckt, ſo iſt die Succeſſion der Lebensbilder für den ungeſtörten Zuſtand vorhinein beſtimmt, ſo wie durch die erſte Tangentialgeſchwindigkeit eines Planeten und ſeine Centralkraft, deſſen Bahn für aller Ewigkeiten Ewigkeit vorhinein beſtimmt iſt. Der wirkliche Entwurf dieſer Lebensbilder kann durch äußere Einwirkungen mancherlei Störungen erleiden; allein, ſelbſt dieſe Störungen ſind für jede gegebene äußere Einwirkung vorhinein beſtimmt, ſo wie die Perturbationen an einem Planeten, bey dem die Elemente der Bahn um eine Centralkraft einmal beſtimmt ſind, für jede gegebene äußere Einwirkung eine gewiſſe Perturbation erleidet, die ſich ſogar berechnen läßt.

Wollen wir das hier Vorgetragene kurz zuſammenfaſſen, ſo ſagen wir: Es liegt in der Willkühr des Thieres innerhalb gewiſſer Gränzen, auf die Außenwelt einzuwirken, Einwirkungen aufzunehmen, oder von ſich zu weiſen. Aber bloß von der Natur des geweckten Lebenstypus hängt es ab, wie der Entwurf der ſucceſſiven Lebensbilder durch die äußern Einwirkungen modificirt, ſich wirklich darſtellt.

§. 141. Das vorzüglichſte Geſetz, daß wir an der willkührlichen Aeußerung des Mechanismus am Thiere bemerken, iſt, daß die Kraft (in Gewichtmaaß ausgedrückt) welche ein Thier auf einen Angriffspunkt auszuüben vermag, am größten iſt, wenn dieſer ſtille ſteht, und daß dieſe Kraft allmählig abnimmt, wenn der Angriffspunkt an Geſchwindigkeit zunimmt, daß endlich eine gewiſſe größte Geſchwindigkeit ſtatt findet, bei welcher, und über welche hinaus das Thier keine Kraft mehr auszuüben vermag *).

Man hat in der Mechanik, wo die Kenntniß dieſes Geſetzes von der größten Wichtigkeit iſt, daſſelbe durch folgende Formel ausgedrückt, welche ſich freilich nicht a priori erweiſen läßt, da die lebende Natur, die frei und ungebunden, nach geheimen und höhern Geſetzen waltet, ſich dem geometriſchen Meſſen nicht unterwerfen läßt, $d = A\left(\frac{C - v}{C}\right)$, worin A den größten Druck, den das Thier auf einen feſtſtehenden Punkt auszuüben vermag, C jene Geſchwindigkeit, bei welcher die Thierkraft dem Punkte nicht mehr folgen kann, d den bei der Geſchwindigkeit v jedesmal ſtatt findenden Druck auf den Angriffspunkt ausdrücken.

*) Wir haben im Artikel Mechanismus am Weltgebäude geſehen, wie ſich die allgemeine Gravitation mit unveränderlichem Werthe der beſchleunigenden Kraft gegen die ergriffene Maſſe verhäle, bewege ſich dieſe wie was immer für einer Geſchwindigkeit.

**) Siehe über dieſen Gegenſtand: Langsdorf Maſchinenlehre. Bélidor archit. hydr. Prony nouvelle archit. hydr. Hachette traité des machines.

Digitized by Google

Betrachten wir die Kraft d, welche das Thier auf den Angriffspunkt auszuüben vermag, als das Maaß für die Intenſität; und die Geſchwindigkeit v, womit die Thierkraft den Angriffspunkt verfolgt, als das Maaß für das Extenſive der willkührlichen mechaniſchen Action; ſo ſehen wir, daß die willkührliche mechaniſche Action des Thieres intenſiv abnehme, wenn ſie extenſiv zunimmt, und umgekehrt. Ein ähnliches Geſetz läßt ſich an der unwillkührlichen mechaniſchen Action, ja ſelbſt an der ganzen innern Lebensaction organiſirter Körper wahrnehmen. So treibt ein Baum um ſo kräftigere Aeſte und Früchte, je weniger man ihm die Extenſion in die Aeſte geſtattet. So verliert in der Reproduction der Gegenſtand derſelben, durch künſtlich erhöhte Quantität an ſeiner Qualität, d. h. bei einer vermehrten Hervorbringung erſcheint am Hervorgebrachten eine geringere Energie in der bildenden Action, wodurch dieß Hervorgebrachte entſtanden iſt; z. B. die Kälber ſind ſchwächlich, ohne Muth und innere Lebenskraft, wenn dem Stiere zu viel Kühe zugetheilt werden. Kurz, ſo wie jedes Thier ein beſtimmtes Maximum des mechaniſchen Momentes hat (in der Mechanik wird dieſes gewöhnlich $= \frac{AC}{4}$ angenommen), ſo kömmt überhaupt jedem organiſirten Weſen ein Maximum des organiſchen Momentes zu, welches ſich gleichfalls als das Product aus der Intenſität in die zugehörige Extenſität der organiſchen Action betrachten läßt.

Allein, werden wir dieß je einem Calcul unterwerfen können? Vermuthlich eben ſo wenig, als es uns je möglich ſeyn wird, die intellectuellen Geiſteskräfte zweier Menſchen gegen einander zu vergleichen, ob man gleich hierüber oft ſehr ſchnell aburtheilt.

§. 142. Wir wollen nun ausſchließlich die unwillkührliche Aeußerung des Mechanismus am Thiere betrachten.

§. 143. Der Blutumlauf beim Menſchen, bei den Säugethieren überhaupt und den Vögeln, bezieht ſich weſentlich auf Folgendes: Das Blut bewegt ſich von den Lungenarterien zu den Lungenvenen, von dieſen durch die linke Vorkammer des Herzens, und den linken Herzventrikel zur Aorta und zu deren Zweigen; ferners von hier aus zu den ſämmtlichen Zweigen der Hohlvene und zur Hohlvene ſelbſt; dann weiters durch die rechte Vorkammer des Herzens, und durch die Kammer wieder in die Lungenarterien. Anders geht der Blutumlauf bei den Embryonen dieſer Thiere vor ſich. Der Foetus durchläuft mehrere Verwandlungsſtufen, die ſich vorzüglich im Gefäßſyſteme ausdrücken. Der Kreis, den das Blut deſſelben beſchreibt, liegt zum Theil außerhalb ſeinem Körper. Das Blut geht theils aus der Aorta durch die Nabelarterie bei den Säugethieren zum Mutterkuchen, bei den Vögeln zum Chorion, und kehrt durch die Nabelvene zu Hohlader zurück; theils fließt es durch die Gekrösarterie zum Nabelbläschen der Säugethiere oder zur Dotterhaut der Vögel, und nimmt durch die Dottervene den Rückweg zur Pfortader. Das aus dieſen

Venen und den Blutadern des Körpers ſich in dem gemeinſchaftlichen Stamme der Hohlader ſammelnde Blut, geht beim Foetus einen weit einfachern Weg, als bei dem ausgebildeten Thiere; es gibt in der frühern Lebensperiode deſſelben, nur eine Vorkammer des Herzens, die alles Blut aus der Hohlvene empfängt, und nur einen Ventrikel, welcher dieſes bloß durch die Aorta wieder ausſendet. Zuſammengeſetzter wird das Herz allmählig in den ſpätern Bildungsperioden, und hiedurch auch die Bewegung des Blutes verwickelter. Dieſe niedern Bildungsſtufen des Gefäßſyſtems der Embryonen bei Säugethieren und Vögeln, und die dieſen Gefäßſyſtemen entſprechenden Arten der Blutcirculation finden ſich in den völlig ausgebildeten Organismen der niedrigeren Thierklaſſen wiederholt. Jedoch finden bei dieſen überdieß noch ganz eigene Modalitäten ſtatt *).

Daß der Blutumlauf mit den Functionen des Herzens und der Lunge, im Zuſammenhange ſteht, läßt ſich nicht bezweifeln; daß er aber bloß nach hydrauliſchen Geſetzen, durch die Bewegungen dieſer zwei wichtigen Organe vor ſich geht, wobei etwa die Arterien und Venen, bloß als leitende Gefäße, als bloße Communicationskanäle zu betrachten wären läßt ſich keineswegs behaupten. Es ſcheint vielmehr, als beſitze das Blut ein eignes Leben, oder als werde das Blut durch eine eigene Lebensaction nach jenen uns unerklärbaren Geſetzen fortgetrieben, wogegen alle unſere Geſetze der Mechanik zu Schanden werden. Man hat verſucht, an lebenden Individuen das Herz auszuſchneiden, und ſah den Blutumlauf ſich oft noch eine Stunde lang fortſetzen. Auch hat man bei mißgeſtalteten Herzen und Arterien, in vielen Fällen einen regelmäßigen Blutumlauf angetroffen.

Die Circulation des Blutes ſcheint vorzüglich von der Action des Gehirns, ferners von der Action des Rückenmarks und der daraus entſpringenden Nervenſtämme abzuhängen.

Das Gehirn äußert ſich auf die nicht bloß mechaniſche, ſondern zugleich vitale Bewegung der Lungen, auf die Function des Athmens vorzüglich thätig, und hiedurch erſt auf den allgemeinen Blutumlauf.

Das Rückenmark influenzirt den Blutumlauf mehr in ſeinen einzelnen Theilen, indem hier jeder aus dem Rückenmarke entſpringende Nervenſtamm, als ein belebendes Agens in jenem Organe hervortritt, das er mit Nervenzweigen verſorgt.

Wird das Gehirn vom Rückenmarke getrennt, ſo geräth der allgemeine Kreislauf ins Stocken, indem das Athmen aufhört. Bewirkt man, durch Einblaſen in die Lungen, ein künſtliches Athmen, ſo wird durch dieſe bloß mechaniſche Bewegung der Lungen der Blutumlauf zwar einige Zeit hindurch erhalten; allein, der Leichnam und das Blut werden hie-

*) Ein Weiteres hierüber in folgenden Schriften: Treviranus Biologie. Sömmerings Gefäßlehre. Cuvier Leçons d'Anat. comp. Blumenbachs vergleichende Anatomie. H. A. Wrisberg observ. anat. de corde testud. marinae. Annales du Mus. d'Hist. nat. Malpighi.

bei kalt, und alles geht hier bloß mehr nach hydrauliſchen Geſetzen vor ſich, aber ohne die geringſte Aeußerung von Vitalität.

Durchſchneidet man einen einzelnen Nervenſtamm, ſo dauert der allgemeine Kreislauf des Blutes fort; und nur in jenem Organe entſteht ein Stillſtand, welches von dem durchſchnittenen Nervenſtamme mit Nerven verſehen wird.

Das Blut iſt die Quelle, woraus (bei der unaufhörlich, in allen Theilen des Thierkörpers fortgehenden Aſſimilation und Ausſcheidung) alle Organe den Stoff zu ihrer Bildung und Erhaltung nehmen; und zugleich gibt jedes Organ ſeine auszuſcheidenden Theile an das Blut wieder ab.

§. 144. Der Brei kömmt aus dem Magen durch den Magenmund in den Zwölffingerdarm, und ſo übergehen die aufgenommenen Nahrungsmittel allmählig in den Chylus welcher den erſten Stoff zu der Maſſe der übrigen Säfte abgibt. Bei den wiederkauenden Thieren, mit mehreren Mägen, kömmt die Nahrung aus einem Magen in den andern.

Der Chylus übergeht aus dem Darmkanale (in welchem lymphatiſche Gefäße, die ſich allmählig zu einem gemeinſchaftlichen Stamme vereinigen, welcher ins Blutaderſyſtem übergeht, entſpringen) in die Milchgefäße, und aus dieſem durch den Bruſtgang zum Herzen. Wichtigen Einfluß äußern hier die Venen des Darmkanals, das Netz, das Fett; ferners das Zellgewebe, welches die Flüſſigkeit zur Milz, zur Thymus, zur Schilddrüſe, zu den Nebennieren führen, um in Blut verwandelt zu werden.

§. 145. Zu den unwillkührlichen Bewegungen der mancherlei Organe im thieriſchen Körper gehören vorzüglich: die eigene Bewegung des Magens; die periſtaltiſche Bewegung der Eingeweide, die Bewegung des Darmkanals, welche die Darmausleerung zur Folge hat.

Von der Bewegung des Herzens und der Lungen wurde ſchon geſprochen.

h. Mechanismus am Organiſchen überhaupt, ohne Beziehung auf unſern Planeten.

§. 146. Es iſt in den Artikeln: Mechanismus an der Pflanze und Mechanismus am Thier hinlänglich gezeigt worden, daß der Mechanismus am Organiſchen überhaupt ſich ſehr thätig äußere. Ja man kann ſagen, daß er ſich hier allein in ſeiner höchſten Energie unter der vielſeitigſten Form darſtelle, wo nicht bloß ein dumpfes, träges, den Charakter der Paſſivität mit ſich führendes Fortbewegen nach einer einmal angenommenen Richtung mit einer einmal angenommenen Geſchwindigkeit beſteht. Welche Gradation läßt ſich hier in den Bewegungen wahrnehmen, wenn man von den unterſten Stufen der Vitalität allmählig bis zu den höchſten emporſteigt? Keine innere Bewegung im Cry-

Digitized by Google

ſtalle; eine höchſt einfache im Polypen, eine durch ihre mannigfaltigen Erſcheinungsformen unüberſehbare im Innern am menſchlichen Körper. Der Cryſtall behält die ihm ertheilte Richtung und Geſchwindigkeit für alle Ewigkeit; und wenn er ja von der einfachen geraden Linie, von der einfachen gleichförmigen Bewegung abweicht, ſo ſind die krummlinigten mit veränderlicher Geſchwindigkeit von ihm durchlaufenen Bahnen, wobei zwar die geiſtvollſten Geſetze hervortreten, nichts anderes, als ein Aggregat von Ablenkungen, die er nur von Außen in auf einander folgenden Momenten erhalten konnte. Um wie viel bedeutungsvoller erſcheint gegen den Cryſtall betrachtet die langſame aber zweckmäßige Bewegung der trägen Schnecke? Uebergeht man nun von dieſer nach und nach zu dem Affen, ſo wird die Betrachtung der Aeußerungen des Mechanismus immer intereſſanter und unbegreiflicher. Welches Erſtaunen erregen aber endlich die Bewegungen eines Athleten, oder eines gratioſen Tänzers? Bewegungen, in denen man nicht mehr bloß die Zweckmäßigkeit zur Erreichung phyſiſcher Bedürfniſſe wahrnimmt, ſondern durch welche der Geiſt hervorleuchtet, und ſich in der Sprache des Plaſticismus auszudrücken bemüht.

Am Anorganiſchen läßt ſich alle Bewegung aus der Trägheit der Maſſen, und aus den auf dieſe einwirkenden bewegenden Kräften erklären, und daher laſſen ſich hier die Aeußerungen des Mechanismus, ſolchen Geſetzen unterwerfen, welche ſich mit ſtrenger mathematiſcher Evidenz durch den Calcul ausdrücken laſſen. Nicht ſo an den Aeußerungen des Mechanismus im Organiſchen, wo allen einzelnen Theilen eine eigenthümliche Spontaneität zuzukommen ſcheint, und wo alle Bewegungen auf einen uns unbegreiflichen letzten Endzweck hindeuten; welcher Zweck ſelbſt, ſobald er erreicht iſt, wieder aufgehoben wird.

Man wäre geneigt, die Action des Lebens ſelbſt, als eine in ſich bedingte Action zu betrachten, ſo wie der Müſſige ſich ſelbſt ein Geſchäft auferlegt, welches ihn oft zu nichts führt, und weiters keinen andern Zweck hat, als ihm die unerträgliche Laſt der Zeit zu erleichtern.

Wir werden nie die Erſcheinungen des Lebens begreifen können, weil ſie von der Natur unſerer Geiſtesaction durch zu wenig ſcharfe Gränzen getrennt ſind, wir alſo nie vermögen, ſie als einen von uns abgeſonderten Gegenſtand zu betrachten.

§. 147. An jenen Subſtanzen im organiſchen Körper, welche dazu beſtimmt ſind, aus demſelben, als nicht mehr zu dem Syſteme des in ſich geſchloſſenen Organismus gehörend, ausgeſchieden zu werden, äußert ſich der Mechanismus mehr nach jener einſeitigen Form, die dem Anorganiſchen entſpricht. So werden die Excremente durch die mechaniſchen Bewegungen des Darmkanals aus dem Organismus geſchieden; ſo geht das Entweichen des Harns ganz nach den Geſetzen der Hydraulik vor ſich . . . . . .

Digitized by Google

Dritte Abtheilung.

Chemismus.

§. 148. Der Chemismus äußert ſich dadurch, daß wir in vielen Fällen, durch ein inniges Zuſammentreten mehrerer von einander qualitativ verſchieden erſcheinender Subſtanzen, eine oder mehrere Subſtanzen erhalten, woran wir ganz andere Eigenſchaften wahrnehmen, als jene waren, welche wir an den urſprünglich getrennten Subſtanzen bemerken konnten. Er äußert ſich ferner auch dadurch, daß eine Subſtanz unter gewiſſen Umſtänden in zwei oder mehrere getrennt wird, an denen ganz andere Eigenſchaften hervortreten, als jene waren, die vor der Trennung der Subſtanz urſprünglich zukamen. Jedoch darf in dieſen beiden Fällen die Mitwirkung einer höheren Lebenskraft *) nicht eintreten, da ſonſt die hier erwähnten Umwandlungen nicht mehr als reine chemiſche Proceſſe, ſondern zugleich als Aſſimilationsproceſſe zu betrachten ſind.

§. 149. Es iſt eine ſchwierige, vielleicht unauflösliche Aufgabe, die Erſcheinungen des Chemismus, ſo wie ſie uns in dem gegenwärtigen Augenblicke bekannt ſind, einem Syſteme von Geſetzen zu unterwerfen, und ſie auf eine philoſophiſche Weiſe zu erklären. Die Chemie hatte zu Lavoiſiers Zeiten eben jenen Grad erreicht, daß man glauben durfte, den Schlüſſel zu einer philoſophiſchen Ergründung derſelben zu beſitzen. Es ſchien wirklich, als möchten ſich die unzähligen, über die Verbindung und Trennung der Stoffe gemachten Erfahrungen, welche lange Zeit hindurch als ein unzuſammenhängendes Chaos, durch den albernſten Aberglauben entſtellt, ſich dargeſtellt hatten, auf einige wenige Grundprincipien zurückführen laſſen. Man hätte ſich beinahe geneigt gefühlt, die Chemie, der Evidenz und Bündigkeit ihres Syſtems willen, am nächſten der mathematiſchen Phyſik anzureihen. Allein ſeit wenig Jahren, binnen welchen die Chemie mit einem unglaublichen Eifer getrieben wurde, und wo man ſich bei den chemiſchen Proceſſen der ſo kräftigen voltaiſchen Säule zu bedienen begann, wurden Entdeckungen gemacht, welche Lavoiſiers Syſteme widerſprachen. Man verfolgte dieſe Entdeckungen mit raſchen Schritten, gelangte von denſelben auf andere, und abermals enthüllten ſich die Schwächen der Lavoiſier'ſchen Theorie, welche wir nicht dem großen Entdecker derſelben, ſondern dem wiſſenſchaftlichen Zuſtande ſeiner Zeit zuſchreiben wollen. So trat denn allmählig das ſo ſchön aufgeſtellte Syſtem der Chemie in den Schatten zurück; wir eilten voran in den Entdeckungen; unſer Reich-

*) Ich ſage höhere Lebenskraft, um dieſe von der Lebenskraft überhaupt zu unterſcheiden, welche letztere keinem Körper abgeſprochen werden kann: denn, wer vermag zu entſcheiden, ob nicht auch den ſogenannten anorganiſchen Körpern ein niederer Grad des Lebens zukomme; daher wir ſtatt Anorganiſch lieber Suborganiſch oder Pſeudoorganiſch ſagen möchten.

thum an positiven Erfahrungen nahm mit unglaublicher Schnelligkeit zu; allein in eben dem Verhältnisse verschwand unsere philosophische Ansicht der Chemie; und wir sind beinahe schon dahin gekommen, die Chemie als eine bloße Sammlung von Erfahrungen betrachten zu müssen.

Liegt dieses nun wirklich in der Natur der seit Lavoisier gemachten Entdeckungen? oder liegt es vielleicht in der Art, wie man diese Entdeckungen betrachtete? liegt es vielleicht darin, daß man sich nicht genugsam bemühte, diese neuen Erfahrungen durch eine tiefere Ergründung den Lavoisier'schen Ansichten anzuschmiegen? oder mochte wohl gar hiebei der unserm Jahrhunderte so characteristisch angehörende Sinn für Neuerung und Umstürzen alles einmal angenommenen eingetreten seyn? und man wollte vielleicht geflissentlich Ausnahmen von der Regel da finden, wenn man bei einer gründlichern Erörterung vielleicht die schönste Uebereinstimmung mit den festgesetzten Regeln gefunden hätte? Diese großen wichtigen Fragen für die Philosophie der Chemie sind vielleicht zu wenig beachtet worden, und es ist vielleicht nicht genug beherzigt worden, was Berzelius, dieser eifrige Vertheidiger der Lavoisier'schen Lehre, mit so vielem Scharfsinne zu Gunsten seiner Meinung ausgesprochen hat. Nun wieder zu unserem Gegenstande selbst.

a. Chemismus überhaupt.

§. 150. Die Substanzen a und b erscheinen uns, von einander getrennt, als von verschiedener Art. Wir bringen sie in wechselseitige innige Berührung, d. h. in solche Berührung, daß nicht bloß die Theile ihrer Oberflächen einander sehr nahe kommen, sondern daß ein Körper den andern bis in die innersten Theile durchdringt. Hier kann es nun geschehen, daß a und b so innig unter einander verbunden erscheinen, daß wir in der daraus combinirten Substanz C, die Substanz a von jener b nicht mehr zu unterscheiden vermögen. Ja, was noch weit merkwürdiger ist, es kann die Substanz C Eigenschaften darbieten, welche von jenen die vorhin an a und b bemerkt wurden, so verschieden sind, daß wir nie vermuthen könnten, als sey C durch Combination von a und b entstanden. Umgekehrt kann unter günstigen Umständen die Substanz C in zwei Substanzen a u. b sich theilen, wobei a u. b als qualitativ verschieden unter sich, und verschieden gegen C betrachtet, erscheinen.

Dieses Phänomen, welches durch seine Alltäglichkeit wie so manches Wunder der Natur, oft mit Gleichgültigkeit betrachtet wird, liefert nichts desto weniger den Stoff zu der tiefsten und unbegränztesten Meditation über die Natur.

Sind die Substanzen a und b von einander und von jener C wesentlich unterschieden, oder sind nicht vielmehr alle Substanzen, die man sich nur immer denken mag, eine und dieselbe, ein und dasselbe Wesen, das sich durch Raumerfüllung und Gravitation allgemein

Powered by Google

verkündet? und dürfen wir nicht vielmehr annehmen, die sogenannten verschiedenen Qualitäten seyen bloß der Typus zur sinnlichen Darstellung auf verschiedene Grade geweckt?

Zwei ganz gleiche Kugeln werden wir genau von einander unterscheiden können, wenn sie sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen, nicht aber, wenn sie beide einerlei Geschwindigkeit haben (vorausgesetzt, daß wir in aufeinander folgenden Zeiten sie in einerlei Richtung eine und dieselbe Linie durchlaufen sehen), und wodurch unterscheiden sich diese beiden Kugeln im ersten Falle anders, als durch die verschiedenen Grade, auf welche der Typus zur mechanischen Action in ihnen geweckt ist?

Diese letztere Art, das Wesen der chemischen Erscheinungen zu erklären, scheint mir viel natürlicher und einer philosophischen Ansicht der gesammten Natur, nämlich der Anorganischen und Organischen, angemessener, als die Annahme von an sich qualitativ verschiedenen Substanzen. Wie aus der Verbindung des qualitativ Verschiedenen etwas Homogenes entstehen kann, läßt sich überhaupt nicht wohl begreifen.

Sehr leicht hingegen wird es mir einzusehen, wie verschiedene Grade des Geweckteyns eines und desselben Typus, als eine einzige Action sich darstellen, indem dieß in allen Fällen wirklich statt finden muß, wo unter den Graden des Geweckteyns eines bestimmten Typus, Harmonie besteht, d. h. ein leicht aufzufassendes Verhältniß. So harmoniren zwei Töne, und erscheinen als ein einziger Ton, wenn die Anzahl der Vibrationen der einen Saite durch die Anzahl der Vibrationen der andern Saite (für einerlei Dauer) ohne Rest getheilt werden kann; so würden uns die zu gleicher Zeit beobachteten Bewegungen der oben erwähnten zwei Kugeln, als eine einzige erscheinen, wenn unter ihren Geschwindigkeiten ein leicht aufzufassendes Verhältniß bestünde. Dieser Ansicht gemäß müßten wir sagen: a und b erscheinen als eine einzige Substanz C (nach der gewöhnlichen Sprache chemisch verbunden) so oft nach der innigen Durchdringung die Grade des Geweckteyns an den Typen, gegen einander in einem leicht aufzufassenden Verhältnisse stehen. Die Substanz C hingegen müßte nicht mehr als eine einzige erscheinen, so oft durch irgend eine äußere Veranlassung die Typen in a und b auf andere Grade geweckt würden, und zwar auf solche Grade, daß zwischen denselben kein leicht aufzufassendes Verhältniß mehr statt fände; in diesem Falle bestände eine Disharmonie unter den Graden der Stimmung an den Typen, es bestände nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche, eine chemische Ausscheidung, Trennung, Fällung u. s. w.

Daß der aus a und b zu C verbundene Körper gerade wieder in die Substanzen a und b zerfalle, ist eben keine nothwendige Consequenz unserer hier aufgestellten Ansichten, sondern kann vielmehr nur bei jener Umstimmung der Typen vor sich gehen, wodurch wieder die ursprünglichen Typen von a und b entstehen. Wenn aber durch eine äußere Veranlassung, durch welche an der Quantität des Geweckteyns der Typen (in demselben Sinne

wie man sagt, Quantität der Bewegung) nichts verändert wird, sondern durch welche Veranlassung die Substanzen a und b bloß in jene Wechselwirkung gesetzt werden, daß unter ihnen eine wechselseitige Umstimmung der Typen vor sich gehe (wie wir dieß vom Einflusse der voltaischen Säule annehmen dürfen); wenn durch eine solche äußere Veranlassung, der Körper C sich in zwei Theile trennt, so muß allemal Folgendes eintreten: wenn der eine ausgeschiedene Theil als Stoff a erscheint, und in demselben Gewichte, als davon bei der Zusammensetzung von C angewendet wurde, so muß der andere Theil als die Substanz b erscheinen.

Beweis. Bezeichnen wir die Intensität des Typus zur chemischen Action, wodurch sich a qualificirt durch α, und thun dasselbe rücksichtlich b mit β; bezeichnen wir ferner die bei der Zusammensetzung von C verwendeten Gewichttheile von a und b durch A und B; bezeichnen wir endlich durch α' und β' die Intensitäten der Typen in den Substanzen a und b nach ihrer Verbindung, bezeichnen endlich durch x die unbekannte Intensität des Typus an der Substanz, die bei der Trennung, nebst der Substanz a erhalten wird, so haben wir die Gleichung $A\alpha + B\beta = A\alpha' + B\beta' = A\alpha + Bx$, woraus folgt $x = \beta$.

Dieß zeigt sich z. B., wenn man A Gewichttheile Sauerstoff mit B Gewichttheilen eines Metalles verbindet, und durch die voltaische Säule am positiven Pole A Gewichttheile Sauerstoff erhält; denn, dann sind die B Gewichttheile, die man am negativen Pole erhält, reguliniſches Metall.

Man könnte hier fragen, wie es nach den Ansichten der Harmonie der Typen möglich sey, daß der Körper C sich in zwei Theile trenne, und zwar in die Substanz a und in die Substanz, die weder b noch C ist, und wo an a weniger erhalten wird, als das Gewicht A; eine Erscheinung, die doch sehr häufig statt findet. So kann z. B. das oben erwähnte Metalloxyd in Sauerstoff, und ein Metalloxyd von geringerem Oxydationsgrade durch die voltaische Säule getrennt werden. Wie ist aber das mit der Harmonie der Typen vereinbarlich? denn durch den Einfluß der voltaischen Säule erfolgt eine Umstimmung der harmonirenden Typen α' β' in a und b; nach dieser Umstimmung besteht entweder Harmonie oder Disharmonie unter den Typen; im ersten Falle besteht keine Trennung, sondern es erscheint der Körper C als ein Körper von ganz neuer Art; im zweiten Falle hingegen besteht eine Trennung in die Gewichttheile A und B, wobei entweder die Substanzen a und b, oder ganz neue Substanzen erscheinen; nie aber kann in der Trennung nur ein Theil vom Gewichte A als Substanz a erscheinen.

Darauf antworte ich: Diese Erscheinung widerspricht nicht meiner Ansicht von der Harmonie der Typen. Wenn der Körper C der Einwirkung der voltaischen Säule ausgesetzt wird, so geschieht die Umstimmung des Typus α' im Gewichtantheile A, nicht mit einemmale, sondern allmählig. Es kann daher gar wohl ein Theil von A nach einer gewissen Dauer der Umstimmung, den Typus α, und ein anderer Theil den Typus α'' be-

ſitzen; zu gleicher Zeit kann im Gewichtantheile B, ja der ganzen Maſſe der Typus β' in jenen β'' umſtimmt worden ſeyn; überdieß können die Typen α'' und γ'' in Harmonie ſtehen, ſo daß hieraus ein neuer chemiſcher Accord entſteht; dieſer kann aber mit dem Typus α (der einem Theile von A zukömmt) in Disharmonie ſtehen, daher eine chemiſche Trennung erſcheint, und zwar ein Theil von A äußert für ſich, und getrennt mit dem Typus auf den Grad α geſtimmt, d. h. ein Theil vom Gewichte A erſcheint als Subſtanz a; zugleich erſcheint ein Theil von A und das ganze Gewicht von B als eine einzige neue Subſtanz D, indem der Typus β'' von B und der Typus α'' eines Theiles von A unter einander in Harmonie ſtehen.

Daß bei der Wechſelwirkung zweier Körper auf einander die Umſtimmung des Typus nicht jählings in der ganzen Maſſe vor ſich gehe, bei jedem Körper für ſich betrachtet; ſondern, daß ſich die Umſtimmung des Typus an einem Theile der Maſſe ſtärker äußert, als an einem andern Theile der Maſſe, ſieht man auf eine analoge Weiſe an einer Stange, welche mit dem einen Ende erhitzt wird.

Hier wird der Typus zur Wärmeaction in den verſchiedenen Theilen der Stange umſtimmt, aber in den verſchiedenen Theilen auf eine ſehr verſchiedene Weiſe. Hier könnte ſehr wohl der Grad, auf welchen der Typus zur Wärmeaction nahe am Brennpunkte geſtimmt iſt, mit dem Grade, auf welchen der Typus zur Wärmeaction an irgend einem gegebenen Körper von beſtimmter Temperatur geſtimmt iſt, in Harmonie ſtehen; aber es könnte der ſich hieraus bildende Wärmeaccord in Disharmonie ſtehen mit dem Typus der Wärmeaction, in den entfernten Theilen der Stange.

Man könnte hier fragen, wie es ſich denn nach meiner hier angegebenen Theorie der Harmonie unter den Typen erklären laſſe, daß in der chemiſchen Analyſis jene Subſtanzen, welche nicht mehr eine einzige Subſtanz zu bilden ſcheinen, nicht bloß die Idee einer Abſonderung von einander, nicht bloß das Gefühl einer Disharmonie in uns erwecken; ſondern, daß dieſe Subſtanzen ſich auch wirklich von einander trennen, wie wir dieß bei allen Fällungen bemerken können? Dieß iſt ſehr natürlich. Es bedarf hiezu bloß einer Aufhebung der allererſten innigſten Verbindung unter den Subſtanzen; denn, dann geht alles nach bloß mechaniſchen Geſetzen vor ſich; das ſchwerere ſinkt zu Boden, das leichtere ſchwimmt oben an; das gleichförmige entweicht, und erregt, wenn dieſes Entweichen raſch vor ſich geht, ein Aufbrauſen ..... Die Frage reducirt ſich demnach hier bloß darauf, wie es denn geſchehe, daß die erſte innige Verbindung unter ſolchen Stoffen aufgehoben werde, bei denen die Typen auf ſolche Grade geſtimmt ſind, daß unter denſelben Disharmonie beſteht. Dieß läßt ſich freilich nicht nach jenen materiellen Anſichten begreifen, nach welchen alles nur durch Anziehen und Abſtoßen erklärt werden will. Wir müſſen hier die Natur etwas tiefer verfolgen, ſie eines geiſtigern Anblicks würdigen, ſie

Digitized by Google

aus einem höhern Gesichtspunkte auffassen; kurz, wir müssen hier die Natur aus der Wesenheit unseres Ichs zu erklären suchen. So wie wir in der Idee, welche als Combination des Mannigfaltigen zur Einheit erscheint, nur dasjenige aufzunehmen geneigt sind, das mit dem Ganzen in Harmonie steht; hingegen alles Jenes von einer aufgefaßten Idee scharf zu trennen, uns gedrungen fühlen, das mit dem Ganzen in Disharmonie steht, das mit dem Ganzen der Idee in keinem richtigen Verhältnisse steht; eben so muß auch in der Natur außer uns, welche mit unserm Wesen ein Ganzes ausmacht, eine Tendenz nach Vereinigung des Harmonischen und nach Trennung des Unharmonischen bestehen. Ich möchte sagen: natura abhorret disharmoniam.

Wenn demnach die Typen zweier Stoffe in Harmonie unter einander stehen, so besteht die Tendenz nach Vereinigung; stehen sie hingegen in Disharmonie, so findet ein Streben nach Trennung statt. Ich sage Streben, Tendenz; hieraus folgt nicht, daß allemal wirkliche Trennung, wirkliche Verbindung vor sich gehen werde; denn, wer vermag es zu entscheiden, ob nicht am Chemismus eben solche aufhaltende Widerstände bestehen, welche, wie am Mechanismus, manches Streben vereiteln. Ein Körper auf eine schiefe Fläche gelegt, wobei eine geringe Neigung statt findet, wird unverändert darauf liegen bleiben, wenn er gleich ein Bestreben besitzt, längs der schiefen Ebene hinabzugleiten; allein die Reibung ist es, welche ihn daran hindert.

§. 151. Bei allen chemischen Verbindungen oder Trennungen findet sich allemal im Resultate ganz dasselbe Gewicht, als in den im Ganzen verwendeten Materialien; kurz, wenn man in irgend einem chemischen Processe, alles, was sich sperren läßt, auffänge, so daß nichts verloren gehen kann, so findet sich in den Resultaten und den angewendeten Materialien rücksichtlich des Gewichts die vollkommenste Uebereinstimmung; diese wichtige Erscheinung, auf die vorzüglich Lavoisier bei seiner geometrischen Methode in den chemischen Operationen aufmerksam machte, zeigt uns, daß an der Materie das totale Gewicht nie verändert werden kann, mögen auch an der Materie übrigens was immer für Veränderungen vorzugehen scheinen.

§. 152. Wenn die negativ elektrische Substanz mit der positiv elektrischen Substanz *) sich in verschiedenen Mischungsverhältnissen verbindet, so ist erstere von letzterer um so schwerer zu trennen, je kleiner das Verhältniß der erstern zur letztern in der jedesmaligen Verbindung ist **).

§. 153. Wenn die Substanzen a und b, in innige Wechselwirkung gebracht, die Substanz B geben, und man bringt die Substanz c hinzu, und versetzt Alles in die Lage

*) Positiv und negativ-elektrisch, beziehen sich auf den Hydrogenpol und Oxygenpol, nach der Weise wie Berzelius diese Ausdrücke nimmt.

**) H. Davy Elemente des chemischen Theils der Naturwissenschaft.

einer innigen wechselseitigen Einwirkung, so entsteht, wenn diese Wechselwirkung wirklich statt findet, entweder ein einziger Körper C, oder es bilden sich mehrere Körper von verschiedener Qualität. In dem letzten Falle geschieht es nun sehr oft, daß man zwei Körper erhält, nämlich einen ganz neuen, und einen in dem man die Substanz a in ihrer vollkommnen Reinheit erkennt.

In diesem letzten Falle nun sagt man gewöhnlich, man habe die Substanz a aus ihrer Verbindung mit b, nämlich aus dem Körper B gefällt, und erklärt dieß daraus, als habe die Substanz c zu jener b eine größere Affinität als zu jener a, ...; wie dieß hinlänglich bekannt ist. Man leitet den Grad der Affinität zweier Substanzen unter einander, von ihrem elektrischen Gegensatze ab; und sagt, die Affinität sey um so gröſſer, je größer der elektrische Gegensatz ist. Man betrachtet die Sache so: wenn zwei in elektricitätfreiem Zustande sich befindende elektrische Leiter von ungleichem Leitungsvermögen sehr nahe einander gebracht werden, so werden sie entgegengesetzt elektrisch (+E — E); die aus diesem elektrischen Gegensatze entstehende Attraction und Vereinigung zu oE, ist die chemische Verwandtschaftsäußerung zwischen diesen beiden Leitern.

Nach meiner Theorie der Harmonie erkläre ich dieß folgendermassen: Das Erscheinen des Körpers B als einzige Substanz, bezieht sich auf den Accord jener Grade, auf welche die Typen zur chem. Action in a und b geweckt sind. Durch das Hinzukommen von c entsteht eine Umstimmung der Typen in a, in b, in c. Die Sache ist nämlich so: ehe a und b den Körper B bildeten, war der Typus zur chemischen Action in ihnen auf die Grade α und β gestimmt; durch ihr Zusammenkommen entstand eine wechselseitige Umstimmung dieser Typen α β, und nach vollendeter Umstimmung war der Typus zur chemischen Action in a und b nicht mehr auf die Grade α und β, sondern auf jene α' und β' gestimmt, unter welchen Graden α' und β' eine Harmonie bestand. Der Accord dieser zwei Grade der Stimmung ist dann das chemische Erscheinen von B. Nun kömmt c hinzu, dessen Typus vor dem Hinzutreten auf den Grad γ gestimmt ist. Hiedurch entsteht eine wechselseitige Umstimmung unter den Typen α' β'. γ; nach vollendetem Streite seyen diese drei Typen auf folgende Grade gestimmt: α'' β'' γ''. Besteht nun unter diesen drei Graden der Stimmung keine Harmonie, so trennen sich die Substanzen von einander; besteht Harmonie unter zweien, und keine Harmonie unter dem sich dahin beziehenden Accorde, und dem Grade der Stimmung des dritten Typus, so entsteht eine Trennung in zwei Theile, u. s. w. Ueberhaupt ließen sich hier weit mehr Modificationen in den Erscheinungen angeben, als dieß in der Ausübung wirklich vorkömmt; ein Umstand, der den physisch-mathematischen Theorien überhaupt eigen ist; wo man bei Auflösung einer Aufgabe auf eine Gleichung eines höhern Grades gelangt, woraus oft weit mehr Werthe folgen, als man für den gegebenen Fall sucht.

Digitized by Google

Ich beſchränke mich hier, nach meiner Theorie zu erklären: wie es möglich ſey, die Subſtanz a aus dem Körper B mittelſt der Subſtanz c zu ſcheiden. Dieß wird dann eintreten, wenn die Grade α'' β'' γ'', auf welche die Typen umſtimmt worden, folgenden Bedingniſſen unterliegen; Wenn β'' und γ'' unter einander in Harmonie ſtehen, wenn ferner der aus dieſen Graden der Stimmung entſtehende Accord mit dem Grade der Stimmung α'' nicht in Harmonie ſteht; wenn endlich $\alpha'' = \alpha$ iſt.

§. 154. Herr Davy zeigt in ſeinen Elementen des chemiſchen Theils der Naturlehre, daß, wenn ein Körper vermögend iſt, einen andern aus ſeinen Verbindungen abzuſcheiden, er ſtets daſſelbe Verhältniß davon ablöſen werde. Welche Baſis demnach auch der Schwefelſäure die Baryterde zu entziehen ſucht, ſo wird ſie ſtets dieſelbe Menge davon anziehen. Dieſelbe Menge Kali, aus welcher Auflöſung ſie auch die Talkerde niederſchlägt, wird ſtets daſſelbe Verhältniß davon fällen. Dieſes deutet auf die Geſetze hin, nach welchen die Umſtimmungen der Typen, in den auf einander einwirkenden Subſtanzen vor ſich gehen. Indeß kann dieſer Gegenſtand hier noch nicht erörtert werden, da er ſich auf die Geſetze der chemiſchen Miſchungsverhältniſſe bezieht, von welchen weiter unten ein Mehreres geſagt werden wird.

§. 155. Die chemiſchen Proceſſe ſind mehr oder weniger mit den Erſcheinungen von Licht und Wärme verbunden; und umgekehrt werden ſie durch den Einfluß von Licht und Wärme von Außen, ſehr modificirt.

Ich möchte hier die Erſcheinungen des Lichts und der Wärme, als die Aeußerung des Streites betrachten, welcher während jener Wechſelwirkung ſtatt findet, wodurch die Umſtimmung der Typen an den auf einander einwirkenden Stoffen a und b vor ſich geht. Ich will dieß durch ein analoges Beiſpiel erläutern: Wenn zwei Körper mit ihren Schwerpunkten in einerlei geraden Linie nach einerlei Richtung fortlaufen, und der geſchwinder laufende den ſich langſamer bewegenden eingeholt hat, ſo erfolgt ein Streit zwiſchen beiden Körpern, der eine Zeit hindurch dauert, bis dann beide Maſſen mit veränderten Geſchwindigkeiten fortlaufen. Hier entſprechen die Geſchwindigkeiten der Körper vor dem Stoße, d. h. die Grade, auf welche der Typus zur mechaniſchen Action vor dem Stoße in ihnen geweckt war, den Graden der Typus zur chemiſchen Action in den Subſtanzen a und b, als ſie noch von einander getrennt waren. Der Druck, welcher an den berührenden Flächen der ſtoßenden Körper binnen der Dauer des Stoßes ſich äußert, nach vollendetem Stoße aber nicht mehr wahrgenommen wird, entſpricht der Erſcheinung von Wärme und Licht, während der Wechſelwirkung der chemiſchen Stoffe a und b unter einander, welches ſo lange dauert, bis die Typen ihre gehörige Umſtimmung erhalten haben. Hier beſteht nämlich eine Umſtimmung der Grade des Typus zur chemiſchen Action, ſo wie dort eine Umſtimmung der Grade des Typus zur mechaniſchen Action beſtand. Die nach dem Stoße ſtatt findenden Geſchwin-

Digitized by Google

digkeiten der beiden Körper, welche nicht mehr dieſelben ſind, als vor dem Stoße, entſprechen den Graden, auf welche der Typus zur chemiſchen Action in den beiden chemiſchen Stoffen nach der chemiſchen Wechſelwirkung umſtimmt worden ſind. Beſteht nach dem Stoße Harmonie unter den Geſchwindigkeiten der beiden Körper, ſo können beide Bewegungen als eine einzige aufgefaßt werden. Beſteht unter den Graden, auf welche der Typus zur chemiſchen Action in beiden Stoffen nach der chemiſchen Wechſelwirkung umſtimmt worden, Harmonie, ſo können beide Typen als ein einziger aufgefaßt werden, und es beſteht chemiſche Verbindung u. ſ. w.

H. Davy erklärt das Eintreten der Licht- und Wärmeerſcheinung bei chemiſchen Proceſſen folgendermaßen: Erſcheinungen von Licht und Wärme dürfen betrachtet werden, als das allgemeine Reſultat der Wechſelwirkung, bei ſtarken chemiſchen Anziehungen, bei ſehr verſchiedenen elektriſchen Verhältniſſen, wo zu gleicher Zeit intenſive heftige Bewegungen in den kleinſten Theilchen der auf einander wirkenden Körper entſtehen; Wärme und Licht erſcheinen nicht bloß da, wo Sauerſtoff Verbindung eingeht.

§. 156. Bei allen chemiſchen Veränderungen findet eine Aenderung der Temperatur ſtatt; und in den meiſten Fällen, wenn gasförmige Körper in tropfbarflüßige und feſte verwandelt werden, findet eine Zunahme der Temperatur ſtatt; und umgekehrt. Jedoch gibt es hier Ausnahmen; erwärmt man z. B. gelinde über Queckſilber in einer engen Glasröhre eine geringe Menge Euchlorine, ſo findet eine Exploſion ſtatt, man nimmt Feuer wahr, und doch nehmen beide Gasarten ein größeres Volumen, als vor der Exploſion ein.

Dieſes Geſetz wird gewöhnlich erklärt durch eine erhöhte oder verminderte Wärmecapacität durch ein Rauben oder Abgeben von Wärmeſtoff, wobei den Erſcheinungen der Wärme hypothetiſch eine eigene Materie unterſchoben wird.

Betrachten wir den Gegenſtand nach den Anſichten der Umſtimmung der Typen, ſo können wir ſagen: Der Uebergang aus den feſten in den luftförmigen Zuſtand, und umgekehrt, iſt nichts anderes als eine Umſtimmung des Typus nach Zuſammenziehung in den Typus, nach Ausdehnung, und umgekehrt. Es würde ſich dann obiges Geſetz folgendermaßen ausdrücken laſſen: wenn der Typus nach Zuſammenziehung in den Typus nach Ausdehnung umgeſtimmt wird, d. h. wenn der Typus nach Zuſammenziehung aus einem poſitiven Werthe auf einen negativen Werth umgeſtimmt wird, ſo äußert ſich der hiebei ſtatt findende Streit durch eine zuſammenziehende Action, d. h. durch eine Action nach poſitiver Richtung, und umgekehrt.

Eben ſo iſt es, wenn ein Körper nach der poſitiven Richtung a b läuft, und durch einen andern Körper, nach der negativen Richtung b a zu laufen gezwungen wird; denn hier wird der ehedem nach a b laufende Körper, auf den ihm widerſtehenden, der ſich be-

ſtrebt, ihm eine entgegengeſetzte Bewegung nach b a zu ertheilen, eine Action äußern, nach der Richtung a b, als der poſitiven.

§. 157. In einigen Fällen bringt das direkte Sonnenlicht Wirkungen hervor, welche denen ähnlich ſind, die ein Grad von Hitze, der ungleich höher iſt, als derjenige, welcher durch ihren Einfluß auf einen undurchſichtigen Körper erzeugt werden kann, bewirkt. So ſahen Gay-Luſſac, Thenard und Dalton, daß, wenn man eine Miſchung aus Chlorine und Waſſerſtoffgas den Sonnenſtrahlen ausſetzt, eine Detonation erfolgt, ungeachtet dieſelbe Wirkung durch Anwendung einer Hitze, die niedriger, als die des Glühens iſt, nicht hervorgebracht werden kann; hängt dieſe Erſcheinung von einem ſpecifiſchen und eigenthümlichen Einfluße der ſtrahlenden Materie ab? Ueberhaupt äußert ſich das Sonnenlicht, und die Sonnenwärme auch bei geringern Graden weit wirkſamer als Licht und Wärme, die durch Kunſt hervorgebracht werden; dieß ſieht man unter andern an den lebhaften Farben, welche die Pflanzen durch Einfluß des Sonnenlichts erhalten, und welche ihnen auf keine andere Weiſe in demſelben Grade ertheilet werden können.

§. 158. Bei den chemiſchen Proceſſen erſcheinen nicht bloß Aeußerungen von Licht und Wärme, ſondern auch von Elektrizität, und umgekehrt übt die Elektrizität auf die chemiſchen Proceſſe, einen großen Einfluß aus.

Dieſe elektriſchen Erſcheinungen können eben ſo, wie die Erſcheinungen von Licht und Wärme, als die Aeußerungen jenes Streites betrachtet werden, woraus die Umſtimmung der Typen in den auf einander chemiſch einwirkenden Stoffen, hervor geht. Daß der Streit, während der Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action, ſich nicht bloß durch eine einzige Erſcheinung äußert, wie dieß bei der Umſtimmung der Typen zur mechaniſchen Action der Fall iſt (beim Stoße äußert ſich dieſer Streit bloß durch den Druck zwiſchen den beiden Körpern); dieß darf uns nicht wundern, indem die chemiſche Action zwar als eine einzige abſtrahirt werden kann, dieſelbe aber nichts deſtoweniger eine Zuſammenſetzung von mehreren Actionen zu gleicher Zeit iſt. Wird demnach der Typus zur chemiſchen Actien in zwei auf einander chemiſch einwirkenden Stoffen umgeſtimmt, ſo heißt das ſo viel, als, es werden alle jene Typen, jeder auf ſeine beſtimmte Weiſe, welche zuſammen genommen auf die totale chemiſche Action ſich beziehen, zu gleicher Zeit umgeſtimmt; jede dieſer verſchiedenen Umſtimmungen äußert ſich während dem Streite auf ſeine eigene Weiſe.

§. 159. Der auffallendſte Antagonismus, der ſich in der chemiſchen Action äußert, iſt jener von Acidität und Alkalität. Wenn gleich dieſe Begriffe ſeit Lavoiſier manche Umwandlungen erlitten haben; wenn es gleich ſchwer fallen möchte, die Acidität und Alkalität in beſtimmte Definitionen zu faſſen; wenn gleich dieſe Begriffe bei gegenwärtigem Zuſtande der Chemie etwas Schwankendes in ſich enthalten: ſo weiß doch der Chemiker,

Digitized by Google

der den Zustand seiner Wissenschaft seit Lavoisier genau verfolgt hat, was eigentlich mit diesen Ausdrücken Acidität und Alkalität gemeint wird. Es ist besser, Begriffe, die man mehr zu ahnden als klar zu durchschauen vermag, nicht zu definiren, da sonst die Definition zu eingeschränkt, oder zu ausgedehnt erhalten wird. Ich will hier nur einige sinnreiche Ansichten über diesen Gegenstand anführen, wie sie uns unter andern von Avogadro in Turin, und Gay-Lussac vorgetragen werden.

Avogadro*) sagt: Der Begriff Acidität, wie man ihn bisher genommen hat, scheint zwei wesentliche Merkmale in sich zu schließen: 1) die eigenthümliche Kraft, vermöge welcher eine Säure sich mit den Alkalien so zu verbinden strebt, daß sie ihre Eigenschaften als Säure verliert, und zugleich die den Alkalien eigenthümlichen Eigenschaften zerstört. 2) Eine große Leichtigkeit sich überhaupt mit den andern Körpern zu verbinden, eine Leichtigkeit, welche auf einem gewissen Zustande der Aggregation zu beruhen scheint, bei dem weder zu große Cohäsion noch zu große Elasticität statt findet. Denn jene würde die im Wasser unauflöslich festen Körper, diese die schwer zu condensirenden Gasarten verhindern, die Eigenschaften, die man Säure nennt, zu äußern, auch wenn sie einen hohen Grad von Acidität besäße. Nur in Beziehung auf das erste dieser Merkmale könnte eine Abhängigkeit der Acidität vom Sauerstoff statt finden; das zweite Merkmal kann jedem Körper zukommen, er sey sauer, alkalisch oder neutral, und ist nur eine Bedingung, unter der allein die Acidität sich äußern kann. Alle Erscheinungen lassen sich nun ohne Schwierigkeit erklären, wenn man die beiden Antagonisten, Acidität und Alkalität für bloß relative Eigenschaften nimmt, und wenn man zugleich annimmt, daß immer der Grad der Acidität und Alkalität eines zusammengesetzten Körpers, so fern vom Einfluße der Aggregation abgesehen wird, vom Grade der Acidität oder Alkalität seiner Bestandtheile abhängt. Dieselbe Substanz A, welcher in Beziehung auf die Substanz B der acide Antagonismus zukömmt, kann also diesem zu Folge, in Beziehung auf eine dritte Substanz C, den alkalischen Antagonismus haben. Sauerstoff, Schwefel .... sind für sich sauer, Wasserstoff alkalisch, ihr Aggregatzustand ist aber nicht darnach um die Eigenschaften zeigen zu können. Sauerstoff und Wasserstoff geben daher im Wasser eine neutrale Verbindung; in der Hydrothionsäure, prädominirt der Schwefel, oder die Alkalität des Wasserstoffes ist nicht vermögend, die Acidität des Schwefels zu neutralisiren. Der Sauerstoff trachtet überhaupt seinen Verbindungen Säure, hingegen der Wasserstoff alkalische Eigenschaften zu geben. Metalle sind alkalischer Natur gegen Säuren. Kohlenstoff ist in Hinsicht des Sauerstoffes alkalisch, in Hinsicht des Stickstoffes aber oxygenisch oder basisch. Alle Metalloxyde würden von Natur Säuren seyn, wenn ihre Cohäsion nicht zu

*) Gilberts Annalen 1810.

groß wäre, es iſt daher nicht zu wundern, wenn Metallauflöſungen nie neutral ſind, weil, wenn die Säure das Metall neutraliſirt, der Sauerſtoff ſeine ſaure Eigenſchaft zeigt. Hydrothionſäure verhält ſich gegen Metalloxyd als Alkali, gegen Alkalien als Säure. Stickſtoff iſt weniger ſauer oder oxygeniſch als Schwefel; nach Amoniak zu urtheilen.

Gay-Luſſac äußert ſich über Acidität und Alkalität folgendermaßen: Nicht bloß bei ſalzigen Verbindungen finden Acidität, Alkalität und Neutralität ſtatt, wenn gleich dieſe Begriffe urſprünglich von Salzverbindungen entlehnt ſind. Neutralität oder vollſtändige Sättigung der aciden Eigenſchaften durch die alkaliſchen, findet zwiſchen zwei einfachen Körpern, wie zwiſchen zwei zuſammengeſetzten ſtatt; ja die Acidität und Alkalität zeigen ſich in ihrer ganzen Stärke nur in dem erſtern z. B. beim Waſſer, beim weißen Arſenikoxyd. Der Sauerſtoff beſitzt acide Eigenſchaften, folglich Waſſerſtoff und Arſenik die Alkaliniſchen.

§. 160. Oxydiren, Säuern, Verbrennen, ſauerfähige Baſis, ſäuerndes Princip (nämlich der Sauerſtoff) ſind Ausdrücke, die unzertrennlich unter einander verbunden, ſich wechſelſeitig auf einander beziehend, aus der Lavoiſier'ſchen Theorie hinlänglich bekannt ſind. Wie ſehr die ſich hierauf beziehende Lehre durch die neueſten Anſichten der Chemie erſchüttert worden ſey, darf gleichfalls als eine bekannte Sache vorausgeſetzt werden. Durch ein ſchiedsrichterliches Wort den Streit hier beilegen wollen, hieße wohl noch zur Unzeit ſeine Stimme erheben; der Gegenſtand iſt noch nicht zu ſeiner Reife gediehen. Ich begnüge mich daher das Weſentlichſte hierüber in einer höchſt gedrängten Ueberſicht darzuſtellen.

Schon Winterl betrachtete das Oxydiren, Säuern, Verbrennen, Salzbilden . . . . . als eine Ausgleichung der entgegengeſetzten Electricitätszuſtände. So betrachtete er die Bildung des Waſſers, durch das Verbrennen des Waſſerſtoffs in Sauerſtoff, als eine Ausgleichung von — e mit + e zu oe; d. h. der Sauerſtoff iſt das negativ elektriſche Waſſer, der Waſſerſtoff iſt das poſitiv-elektriſche Waſſer; die Entladung beider gegen einander gibt nullelektriſches Waſſer, nämlich Waſſer . . . . . .

Höchſt wichtig ſind H. Davy's Anſichten über die Natur der Chlorine *), denn hiernach läßt ſich einer der Fundamentalſätze aus der Lavoiſier'ſchen Theorie bezweifeln, nämlich, daß der Sauerſtoff das einzige ſäuernde Princip ſey. Und in der That wurde ſeither mehreren Subſtanzen die Fähigkeit zu ſäuern in den neuern Theorieen zuerkannt, als namentlich der Jodine, Fluorine, dem Schwefel . . . : So ſehr indeß H. Davy ſeine Entdeckung durch die ſubtilſten Operationen und Schlüſſe als entſcheidende Polemik gegen

*) Gilberts Annalen. 1811. 9.

Lavoisier's Lehre anzuwenden sich bemüht, so hat die ältere Theorie noch ihre standhaften Vertheidiger, wohin vorzüglich Berzelius gerechnet werden muß.

Ich will hier bloß ganz kurz die Vertheidigungsgründe des Berzelius anführen, da hieraus zugleich auch die Gründe bekannt werden, welche H. Davy für seine Behauptungen angibt *).

Daß Humphry Davy trockenes oxydirtsalzsaures Gas, mittelst duech galvanische Entladung glühender Kohle nicht zerlegen konnte, läßt sich auch dann noch erklären, wenn man das oxydirtsalzsaure Gas als Verbindung aus Salzsäure und Oxygen betrachtet, und die Salzsäure als aus Radikal und Oxygen zusammengesetzt, betrachtet. Denn bei Davy's Versuch war zu erwarten, entweder Kohlenstoffoxydgas und Salzsäure, oder Kohlenstoffoxydgas und Radikal der Salzsäure zu erhalten. Ersteres konnte dadurch unmöglich werden, daß die Salzsäure vielleicht nicht im wasserfreien Zustande bestehen kann. Letzteres könnte dadurch unmöglich werden, daß besagtes Radikal zum Oxygen mehr Affinität besitzen möchte, als der Kohlenstoff. Davy's Erfahrung, daß oxydirtsalzsaures Gas von einer erhitzten Salzbasis (z. B. Metalloxyd) verschluckt, und daß zugleich so viel Oxygen entbunden werde, als diese Salzbasis an Oxygen erhält, dieß Phänomen läßt sich sehr wohl nach der ältern Lehre erklären, indem man annimmt, es verbinde sich mit der unveränderlichen Salzbasis die Salzsäure; ja sehr merkwürdig ist es, daß nach Berzelius Lehre von den festen Mischungsverhältnissen, in dem erwähnten Falle aus der oxydirten Salzsäure, gerade so viel Oxygen müssen entbunden werden, als die Salzbasis an Oxygen enthält.

H. Davy (sagt Berzelius) hätte vielleicht nie daran gedacht, die oxydirte Salzsäure als einfachen Stoff zu erklären, wäre ihm meine Lehre von den Mischungsverhältnissen bekannt gewesen, als er die erwähnten Versuche anstellte. Dann geht Berzelius die wichtigsten Behauptungen der neuern Chemie (nach Davy, Gay-Lussac ꝛc.) über Chlorine, Jodine, Fluorine kritisch durch, und durchgehends zeigt er, wie sich alle darauf beziehenden Phänomene, nach der ältern Lehre auf eine gewöhnlich einfachere Art, und oft mit überraschender Uebereinstimmung der elektrochemischen Proportionslehre erklären lassen. Schließlich führt er dann an, wie wenig Grund vorhanden sey, die ältere Lehre zu verwerfen, gegen welche in allen bisherigen Erfahrungen kein einzlger Widerspruch vorhanden ist; es wäre denn, daß man die bisher noch nicht zu Stande gebrachte Zersetzung der oxydirten Salzsäure als einen Beweis ansehen möchte, als sey dieselbe ein einfacher Stoff; allein, ist denn unzerlegt und unzerlegbar ein und dasselbe?

---

*) Gilberts Annalen. 1815. 2.

H. Davy sagt: Chlorine hat gegen brennbare Körper größere Verwandtschaft als Oxygen, und treibt diesen daher von den Oxyden aus: derselbe sagt aber auch, in der Euchlorine ist die Chlorine der elektrisch-positive Bestandtheil. Berzelius findet in diesen zwei Behauptungen folgenden Widerspruch: gemäß der ersten ist (nach elektro-chemischer Theorie) Oxygen weniger negativ-elektrisch, hingegen gemäß der zweiten ist Oxygen mehr negativ-elektrisch, als die Chlorine.

Chlorine verbindet sich nicht mit reinem Kohlenstoffe, wohl aber mit Kohlenoxydgas, und zwar in diesem Falle zu einer starkrn Säure. Dieß Phänomen nach der neuen Lehre erklärt, führt auf folgende schwrr zu beantwortende Frage: 1) Wie kömmt es, daß der Kohlenstoff die einzige bekannte Elementar-Substanz ist, die sich bloß durch Zwischenkunft von Oxygen mit Chlorine vereinigt? 2) Also kann auch eine Säure dadurch entstehen, daß eine sauerfähige Basis (Kohlenstoff) mit zwei säuernden Prineipen (Oxygen, Chlorine) sich verbindet? Weit einfacher, und ohne dergleichen Zweifel zu erregen, erklärt sich obiges Phänomen nach der ältern Lehre folgendermaßen: Wenn Kohlenstoff mit oxydirt-salzsaurem Gas zusammenkömmt, so entsteht weder eine Trennung von Kohlenoxydgas und salzsaurem Gas, noch eine Verbindung aus Kohlenoxydgas und salzsaurem Gas, indem weder salzsaures Gas für sich allein in wasserfreiem Zustande bestehen kann, noch das Kohlenoxydgas (welches überhaupt mit andern oxydirten Körpern unvereinbar ist) sich mit Salzsäure verbinden kann. Kömmt hingegen Kohlenoxydgas zu oxydirt-salzsaurem Gas, so bildet sich Kohlensäure und Salzsäure, und diese beiden Säuren zusammen, verbinden sich zu einer Doppelsäure. Am basischen salzsaurem Bleioxyd und Kupferoxyd zeigt Berzelius, wie sich die chemische Proportionslehre bestätigt, wenn Alles nach der ältern Lehre erklärt wird, welches nicht der Fall ist, wenn Alles nach der neuern Lehre erklärt wird. Die nach drr neuern Lehre bisher erklärten Erscheinungen an dem von Gay-Lussac sogenannten Jod erklärt Berzelius nach der ältern Lehre. So sagt er z. B. durch Eintrocknen der Mutterlauge gewisser Sodarten erhält man ein schwer crystallisirbares Salz, das eine Verbirdung mit Natron und einer Säure ist, die ich Jodsäure nenne, und wobei die sauerfähige Basis noch unbekannt ist. Mittelst Schwefelsäure und Manganüberoxyd wird durch Hitze aus dem jodsaurrn Natron die Jodsäure mit mehr Oxygen verbunden, als Jodüberoxyd ausgetriebrn (nach Gay-Lussac das Jod). Wird dieses Jodüberoxyd mit Wasser grmischt, und läßt man durch selbiges einen Strom von Schwefelwasserstoffgas hindurch steigen, so reducirt der Wasserstoff das Ueberoxyd zur Säure, während sich Schwefel niederschlägt. Durch Abdestilliren des Wassers wird wasserhaltende Jodsäure erhalten (Gay-Lussac, acide hydriodique). Wenn das Jodüberoxyd (Gay-Lussac's Jod) der Einwirkung von oxydirtsalzsaurem Gas (Davy Chlorine) ausgesetzt wird, so entsteht eine Verbindung aus Salzsäure und überoxydirter Jodsäure; hier hat näm-

lich die oxydirte Salzsäure ihren überschüssigen Oxygen an das Jodüberoxyd abgegeben, wodurch selbiges (höher oxydirt) in überoxydirte Jodsäure verwandelt worden.

§. 161. H. Davy umfaßt mit dem Begriffe der Verbrennung jede bei Mischungen erfolgende Erhitzung. Als Charakter der empyreischen Substanzen stellt Davy auf das Angezogenwerden vom positiven Pole. Dahin wird gezählt, Sauerstoffgas und Chlorine. Unzersetzte säuerbare nicht metallische Substanzen werden vom negativen Pole angezogen, und sind auch in ihren chemischen Kräften dem Sauerstoffe und der Chlorine entgegengesetzt; hieher werden gezählt: 1) Wasserstoffgas; 2) Stickstoff; 3) Schwefel; 4) Phosphor; (Phosphor mit Chlorine in zweierlei Verhältnissen gibt Phosphorane und Phosphorsäure). 5) Kohlenstoff; (dieser unschmelzbar, auch beim heftigsten Glühen durch Voltaische Batterie). 6) Borium; (die von Gay-Lussac und Thenard entdeckte Bore, die sauerfähige Grundlage der Boraxsäure). Alle brennbare Stoffe sollen Wasserstoff enthalten.

§. 162. Folgende Ansichten Oerstedts verdienen hier noch erwähnt zu werden; die einfachen Stoffe machen nur eine Reihe aus, die man überhaupt Reihe der Metalle nennen kann, worin das Oxygen (als das Unverbrennliche) an einem Ende, das Hydrogen (als das Verbrennlichste) am andern Ende stehe. Alle diese Körper sind noch unzerlegt; verbinden sich, außer Schwefel und Phosphor, nicht mit verbrannten Körpern, wohl aber untereinander. Hierauf folgt die Reihe der verbrannten Körper, welche im Ganzen genommen schwerer schmelzen, als die vorigen, mehr Durchsichtigkeit und weniger Ductilität haben. So wie in der vorigen Reihe Verbrennlichkeit und Verbrennung durchgreifende Eigenschaften sind, so gehören dieser Reihe Alkalität und Acidität an. Durch die Verbindung der Säuren mit den alkalischen Körpern in weitester Bedeutung entsteht die dritte Reihe der Salze. Die beiden chemischen Kräfte, welche sich in der Oxydabilität und Oxydation zeigen, nennt Oerstedt Brennkraft und Zündkraft, die Acidität ist Erscheinung der Zündkraft, die Alkalität die Erscheinung der Brennkraft, beide unter der Form der Verbranntheit. Extensität der Alkalität und Acidität, und Intensität derselben; jene beruht auf der Menge der Stoffe, welche sie sättigen, diese auf der Leichtigkeit, womit sie sich verbinden. Die Brennkraft des Radikals ist = der Sättigungscapacität der Säuren mit der Menge des Brennbaren. Beide Kräfte sind für sich expansiv, sobald sie aber in Verbindung treten contractiv. In jedem Körper sind Brennkraft und Zündkraft vereinigt, doch so, daß entweder die eine oder die andere das Uebergewicht hat, daher für die chemische Verbindung eigentlich eine doppelte Verbindung, der Zündkraft in jedem Körper mit der Brennkraft in dem andern statt findet. Nach Oerstedt zeigen sich in den elektrischen, und zwar zuerst in den galvanischen Erscheinungen, besonders an der Säule Brennkraft und Zündkraft. Ein zersetzbarer Körper, z. B. Wasser, befindet sich hier zwischen zwei Metallen, welche durch Oxydirbarkeit sehr verschieden sind, und daher auf

eine Zündkraft und Brennkraft des Waſſers ſehr verſchieden wirken, und beide nach den entgegengeſetzten Seiten hinziehen. Dadurch, daß nun dieſe Metalle ſich einander berühren, vermehren ſie den entgegengeſetzten Zuſtand, worin ſie ſich befinden, und die Wirkung der ganzen Verbindung ſteigt.

§. 163. Es verbindet ſich eine beſtimmte Quantität der Subſtanz a, nicht mit jeder beliebigen Quantität der Subſtanz b, ſondern nur mit beſtimmten Quantitäten derſelben.

Dieß iſt uns nur als ein Reſultat aus unzähligen Erfahrungen bekannt, worüber wir vorzüglich Bergmann, Proſt, Richter, Berzelius, Gay-Luſſac, Dalton und Wollaſton viel zu danken haben.

Beim erſten Anblicke ſcheint hier die Natur von dem Geſetze der Continuität abzuweichen; und in dieſer Rückſicht vermochte Berthollet das Daſeyn beſtimmter chemiſcher Miſchungsverhältniſſe längere Zeit gar nicht zu geſtatten.

Mehrere haben es verſucht, die Erſcheinungen der beſtimmten chemiſchen Miſchungsverhältniſſe auf eine Weiſe zu erklären, die der Methode der Natur, wornach dieſe in allen ihren Operationen fürgeht, nicht widerſprechen möchte. Das Beſte, was über dieſen Gegenſtand mag geſagt worden ſeyn, iſt wohl jenes, was Dalton hierüber in ſeiner Atomenlehre aufſtellt.

Ich muß indeſſen geſtehen, daß ich in dieſen Anſichten, ſo ſinnreich ſie übrigens auch ſeyn mögen, keine Ueberzeugung zu finden vermag. Denn, was kann uns berechtigen, in jedem Atome einer Verbindung, gerade jene Verhältniſſe in der Anzahl der verſchiedenen Atome anzunehmen, wie ſie uns Dalton vorlegt, ohne dafür einen hinreichenden Grund anzugeben. Ueberdieß muß es uns, vorzüglich uns Deutſchen, allemal ſehr widerlich vorkommen, wenn wir bei unſern nun einmal angenommenen höhern geiſtigern Anſichten der Natur, gezwungen werden, zu der grobſinnigen atomiſtiſchen Theorie herabzuſteigen.

Dieß verträgt ſich vollends gar nicht mit jenen Anſichten, wornach es uns in den neuern Zeiten gelungen iſt, die lebende Natur etwas tiefer zu erforſchen.

Ich will es daher verſuchen, unter einem geiſtigern Geſichtspunkte aufgefaßt, eine Theorie aufzuſtellen, wornach es uns begreiflich werden möchte, warum in den chemiſchen Verbindungen beſtimmte Miſchungsverhältniſſe ſtatt finden müſſen.

Theorie der chemiſchen Miſchungsverhältniſſe, nach Anſicht der Harmonie unter den Actionen.

§. 164. Es gibt nur eine Materie; ſie nimmt einen Raum ein, iſt undurchdringlich, ſchwer, träge. Ihre Trägheit äußert ſich, in der Bewegung, durch Gleichförmig-

keit, in der plastischen Darstellung durch beständige Aggregation, u. s. w. Anders sind die Erscheinungen am Organischen; hier ist nichts gleichförmig, nichts vollendet, hier besteht ein unaufhörliches Schaffen und Zerstören aus dem einmal geweckten Typus. Noch auffallender zeigt sich dieß an der Idee, wo im Umwandeln der höchste Grad von Spontaneität statt findet.

Nur das chemische Verhalten der leblosen Materie wird hier betrachtet (nicht z. B. Gährung, die schon in die Lebensaction übergeht). Die Materie erscheint uns auf verschiedene Weise, übt auf unser Wahrnehmungsvermögen mannigfaltige Actionen aus, indem sie in mannigfaltige Zustände übergeht. Sie besitzt die Typen zu den verschiedensten Actionen; jeder dieser Typen kann auf die verschiedensten Grade geweckt werden, und auf dieses letztere bezieht sich die Intensität der Action.

Die Werthe o + — an den Graden des Gewecktseyns bei irgend einem Typus, beziehen sich auf Nichterscheinen und entgegengesetztes Erscheinen (z. B. bei ruhenden Körpern, bei bewegten Körpern in entgegengesetzten Richtungen) jener Action, worauf sich dieser Typus bezieht.

Die Intensität der Action ist dem Grade des Gewecktseyns am entsprechenden Typus proportional. Die Quantität der Action ist das Produkt aus der Intensität dieser Action in die Masse.

Wir vermögen zwei und mehrere zu gleicher Zeit wahrgenommene Actionen einerlei Art als eine einzige Action aufzufassen, wenn rücksichtlich der Intensitäten dieser Actionen ein leicht aufzufassendes Verhältniß statt findet, d. h. wenn rücksichtlich der Grade des Gewecktseyns der sich hierauf beziehenden Typen (von einerlei Art) ein solches Verhältniß besteht, daß bei der Division ganze Zahlen ohne Rest erhalten werden. So erscheinen uns zwei zu gleicher Zeit vibrirende Saiten als eine einzige Vibration (durch das Gehör) wenn die Vibrationszahl der einen Saite, in jener der andern (beide Vibrationen für einerlei Zeit) ohne Rest theilbar ist. Wir wollen diesen Zustand jenen der Harmonie nennen. Die Harmonie mehrerer gleichzeitiger Actionen von einerlei Art, d. h. die Möglichkeit diese gleichzeitigen Actionen als eine einzige aufzufassen, hängt demnach vom Verhältnisse der Intensitäten dieser Actionen ab, nicht vom Verhältnisse der Quantitäten dieser Actionen. So wird z. B. die C Saite mit einer E Saite eben so harmoniren, als mit zehn E Saiten.

Wenn von verschiedenen chemischen Stoffen die Rede ist, so kann nach unsern Ansichten nichts anderes darunter verstanden seyn, als eine und dieselbe Materie in verschiedenem chemischen Zustande, d. h. die chemische Action in verschiedenem Grade ausübend, d. h. wobei der Typus zur chemischen Action auf verschiedene Grade geweckt ist (so wie zwei mit verschiedenen Geschwindigkeiten fortlaufende Körper keine von einander

verſchiedene Körper ſind, ſondern bei ihnen bloß der Typus zur Bewegungsaction auf verſchiedene Grade geweckt iſt). Wenn zwei Antheile der allgemeinen einzigen Materie zu gleicher Zeit einerlei chemiſche Action, die ich Action c nennen will, ausüben, jedoch in verſchiedenen Graden, mit verſchiedenen Intenſitäten; wenn überdieß dieſe beiden Antheile von Materie einander wechſelſeitig dergeſtalt durchdrungen haben, daß ſie mit einander gemeinſchaftlich einen beſtimmten Raum ausfüllen, ſo wird (bei jedem beliebigen Verhältniſſe der beiden Maſſen) eine Harmonie unter den beiden chemiſchen Actionen beſtehen, d. h. es werden beide chemiſche Actionen als eine einzige chemiſche Action erſcheinen, wenn unter den Intenſitäten dieſer Actionen das oben beſtimmte Verhältniß ſtatt findet (ſo wie die Bewegungen zweier zu gleicher Zeit, mit einem Blicke wahrzunehmen möglicher Körper, als eine einzige Bewegung erſcheinen werden, wenn die Näherung oder Entfernung dieſer Körper gegen einander einem regelmäßigen Geſetze folgt). In dieſem Falle beſteht das, was man chemiſche Verbindung nennt.

Dieſen Anſichten gemäß, wäre eine chemiſche Verbindung zwiſchen den hier erwähnten Antheil von Materie unter allen denkbaren Maſſenverhältniſſen (Verhältniſſen der Antheile) möglich, wenn nur ein wechſelſeitiges Durchdringen der Materie bewerkſtelligt würde, indem zur Harmonie der chemiſchen Actionen, und folglich zur Erſcheinung der chemiſchen Verbindung, weiter nichts erfordert wird, als ein aliquotes Verhältniß der Intenſitäten der chemiſchen Action in beiden Materien, wobei das Verhältniß der Quantitäten dieſer chemiſchen Action gleichgültig iſt. Dieß Reſultat ſtimmt aber mit der Erfahrung gar nicht überein.

Die eben dargeſtellte Folgerung erſcheint vollkommen falſch, und aller Widerſpruch zwiſchen Theorie und Erfahrung verſchwindet, wenn wir tiefer in die Natur der hier aufgeſtellten Theorie dringen.

Wenn die hier erwähnten Antheile der Materie einander durchdringen, ſo entſteht unter denſelben eine Wechſelwirkung, wodurch die Typen zur chemiſchen Action in beiden Antheilen wechſelſeitig umſtimmt werden. In den erſten Augenblicken des Zuſammenkommens beginnt dieſe Wechſelwirkung, beginnt der Streit die Typen wechſelſeitig zu umſtimmen, dann folgt Beharrungsſtand, der Streit iſt vollendet, bei beiden Materienantheilen ſind die Typen auf beſtimmte Grade umſtimmt.

Vom Verhältniſſe dieſer Grade hängt es ab, ob Harmonie unter den chemiſchen Actionen beſtehe, oder nicht; d. h. ob chemiſche Verbindung ſtatt finde oder nicht. Nun iſt aber leicht einzuſehen, daß das Verhältniß dieſer umſtimmten Typen, folglich der ſich hierauf beziehenden chemiſchen Actionen nicht bloß vom Verhältniſſe der urſprünglichen Typen der erwähnten Materienantheile abhänge, ſondern zugleich auch vom Verhältniſſe der Materienantheile ſelbſt. Hieraus läßt ſich die in der Chemie ſo

auffallende Erscheinung der chemischen Mischungsverhältnisse, worin beim ersten Anblicke das in der ganzen Natur so allgemein herrschende Gesetz der Continuität gänzlich vermißt wird, hieraus sage ich, läßt sich diese wunderbare Erscheinung auf eine so natürliche und ungezwungene Weise erklären, daß sie mit den Gesetzen der Mechanik, dem mit der höchsten Präcision und Bestimmtheit bearbeiteten Theile der Naturlehre, übereinstimmt; wie ich hier sogleich zeigen will.

Man denke sich zwei vollkommen elastische Körper, deren Schwerpunkte in einerlei geraden Linie nach einerlei Richtung mit verschiedenen Geschwindigkeiten sich gleichförmig fortbewegen. Die Masse des Körpers M = M, jene des Körpers m = m, ihre Geschwindigkeiten vor dem Stoße = C und c, wobei C größer als c angenommen wird, so, daß die Masse M jene m einholt, wodurch ein Stoß unter diesen Körpern erfolgt.

Wir wollen hier das Phänomen des Stoßes verfolgen, und dabei allemal die Analogie mit den chemischen Erscheinungen anführen.

Die Massen M und m sind eine und dieselbe Materie, sie äußern beide dieselbe Action, nämlich die Bewegungsaction, aber in verschiedenen Graden, d. h. sie bewegen sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten, und hiernach bestimmt sich das Verhältniß der Intensitäten der Bewegungsaction, C, c, hingegen das Verhältniß der Quantitäten der Bewegungsaction durch die Producte MC und mc (die zwei chemischen Stoffe M′ m′, deren Massenverhältnisse wir durch M′ m′ bezeichnen, sind eine und dieselbe Materie, sie äußern beide dieselbe Action, nämlich die chemische Action, aber in verschiedenen Graden, und hiernach bestimmt sich das Verhältniß der Intensitäten der chemischen Actionen C′, c′, hingegen das Verhältniß der Quantitäten der chemischen Actionen durch die Producte M′ C′ und m′ c′). So verhält sich alles vor dem Stoße (so verhält sich alles vor der chemischen Wechselwirkung als die chemischen Stoffe noch von einander getrennt sind). Der Stoß erfolgt, der Streit zwischen beiden Massen dauert eine Zeit fort, und äußert sich theils durch die veränderlichen Geschwindigkeiten, in welche die Massen nach und nach übergehen, theils durch den fortwährenden Druck, der im Berührungspunkte der Massen während der ganzen Dauer des Stoßes nach einem gewissen Gesetze der Continuität besteht (die wechselseitige Durchdringung der Materien M′, m′, und die Wechselwirkung unter diesen beiden Massen erfolgt; der Streit zwischen beiden Massen dauert eine Zeit fort, und äußert sich durch fortwährende Veränderungen in den chemischen Actionen, ferner durch mechanische Bewegungen, durch eine Unruhe in der ganzen Masse, durch Wärme-, Licht-, Elektrizität-Erscheinungen). Der Stoß ist vollendet, die Massen M und m wirken nicht mehr auf einander, und bewegen sich in dem nunmehr eingetretenen Beharrungsstande mit den Geschwindigkeiten V und v (die chemische Wechselwirkung ist vollendet, die chemischen Stoffe M′ und m′ wirken nicht mehr auf einander, und üben in dem

nunmehr eingetretenen Beharrungsstande die chemische Action, nach dem Verhältnisse V' und v' aus, d. h. es besteht nunmehr unter den Graden, auf welche der Typus zur chemischen Action in M' und m' geweckt ist, das Verhältniß = V' zu v').

Nach dem Stoße ist das Verhältniß der Geschwindigkeitei V und v jenes, daß die Gleichung besteht:

I) $MC + mc = MV + mv$, indem an der Summe der Bewegungsquantitäten nichts verändert werden konnte, da keine fremde mechanische Kraft hinzu kam (nach der chemischen Wechselwirkung ist das Verhältniß der umstimmten Typen zur chemischen Action jenes, daß die Gleichung besteht:

II) $M'C' + m'c' = M'V' + m'v'$, indem an der Summe der geweckten Typen nichts verändert werden konnte, da keine fremde Ursache hinzukam, die auf Umstimmung der Typen hätte einwirken können).

Nach dem Stoße ist das Verhältniß der Geschwindigkeiten Vv überdieß jenes, daß die Gleichung besteht:

III) $MC^2 + mc^2 = MV^2 + mv^2$; und dieses ist eine Folge, die sich unmittelbar aus der vollkommenen Elasticität ergibt. [Nach der chemischen Wechselwirkung ist das Verhältniß der Grade V',v', auf welche der Typus zur chemischen Action in M' und m' gestimmt ist, überdieß jenes, das zwischen M' und m', dann C' und c', ferner V' und v', eine Gleichung besteht, die aus der Art und Weise, wie die Umstimmung der Typen zur chemischen Action eigentlich vor sich geht, gefolgert werden müßte, die wir aber a priori anzusetzen nicht im Stande sind, da uns hiezu die Natur der chemischen Action, und der wechselseitigen Umstimmung derselben, zu wenig bekannt ist. Wir wollen demnach diese Gleichung durch unbekannte Functionen ausdrücken, indem wir sagen

IV) $F(M', m', C', c', V', v',) = f(M', m', C', c', V', v',)$].

Bei den angenommenen Geschwindigkeiten C,c der Massen vor dem Stoße wird die Wechselwirkung beim Zusammenstoßen der Massen, nach der erwähnten Methode vor sich gehen, und es werden nach vollendetem Stoße die Geschwindigkeiten V und v nach einem bestimmten Gesetze sich entwickeln, mögen die Massen M und m was immer für Werthe haben. (Bei den angenommenen Graden C' und c' des Gewecktseyns der Typen zur chemischen Action, vor der chemischen Wechselwirkung, d. h. nach der gewöhnlichen Sprache, bei gegebenen Qualitäten der chemischen Stoffe, wird die chemische Wechselwirkung beim wechselseitigen Durchdringen der Massen vor sich gehen, und es werden nach vollendeter Wechselwirkung der Massen die Grade der Stimmungen V' und v' des Typus zur chemischen Action nach einem bestimmten Gesetze sich entwickeln, mögen die Massen M' und m' was immer für Werthe haben). Sollen aber die Geschwindigkeiten V u. v nach dem Stoße als eine einzige Bewegung erscheinen, so muß zwischen V u. v Harmonie

bestehen, nämlich ein leicht aufzufassendes Verhältniß, welches wir allgemein ausdrücken durch $\frac{V}{v} = N$, und für diesen Fall ist das Verhältniß der Massen M und m nicht mehr willkührlich, denn, es folgt aus

$MC + mc = MV + m.\ \frac{1}{N}\ V$, und aus

$MC^2 + mc^2 = MV^2 + m\ \frac{1}{N^2}\ V^2$, die Gleichung

$$V)\quad \frac{M^2\ C^2 + 2MC\ mc + m^2\ c^2}{M^2 + 2M\frac{m}{N} + \frac{m^2}{N^2}} = \frac{MC^2 + mc^2}{M + \frac{m}{N^2}},$$

woraus m als eine Function von M, N, C, c folgt.

[Sollen aber die umstimmten Typen V', v' nach der chemischen Wechselwirkung solchen chemischen Actionen entsprechen, die als eine einzige chemische Action erscheinen, d. h. nach der gewöhnlichen Sprache, soll eine chemische Verbindung statt finden, so muß zwischen V', v' Harmonie bestehen, nämlich ein leicht aufzufassendes Verhältniß, welches wir allgemein ausdrücken durch $\frac{V'}{v'} N'$, und für diesen Fall ist das Verhältniß der Massen M', m' nicht mehr willkührlich, denn es folgt aus

$M'C' + m'c' = M'V' + m'\ \frac{V'}{N'}$, und aus

$F\left(M', m', C', c', V', \frac{V'}{N'}\right) = f\left(M', m', C', c', V', \frac{V'}{N'}\right)$ eine Gleichung, woraus m' folgt, als eine Function von M', N', C', c',

VI) $m' = \varphi\ (M', N', C', c',)$.]

Aus dieser comparativen Betrachtung zweier sehr verschiedener Phänomene der Natur nach ihrem ordentlichen Verlaufe haben wir zwar quantitativ eigentlich nichts bestimmt, haben den Gesetzen der chemischen Mischungsverhältnisse, als positive Resultate betrachtet, nichts hinzugefügt. Nichts desto weniger glauben wir hiedurch die Philosophie der Chemie beleuchtet, und hoffen gezeigt zu haben, wie die nach abgebrochenen Gliedern bestehenden chemischen Mischungsverhältnisse keine Ausnahme von dem allgemeinen Naturgesetze der Continuität machen.

Den hier aufgestellten Gesichtspunkten zu Folge, dürfte als Fundamentalsatz der reinen Stöchiometrie Folgendes behauptet werden:

Wenn zwei Antheile der Materie von gegebenen Stimmungsgraden des Typus zur chemischen Action (zwei gegebene chemische Stoffe) gegen

einander in jene Lage versetzt werden, daß eine wechselseitige Umstimmung der Typen statt finden kann (eine wechselseitige chemische Wechselwirkung) so entsprechen die umstimmten Typen nicht allemal solchen chemischen Actionen, die als eine einzige chemische Action erscheinen (so erfolgt nicht jedesmal eine chemische Verbindung) sondern dieß geschieht nur dann (chemische Verbindungen erfolgen nur dann) wenn das Verhältniß der Antheile der Materie von verschiedentlich gestimmtem Typus (wenn die Massen der auf einander einwirkenden chemischen Stoffe) zu einander in jenem Verhältnisse stehen, welches ausgedrückt wird durch die Gleichung

$$m' = \varphi\,(M', N', C', c',)$$

Von dem Zustande der Massen M und m außerhalb ihres Bewegungszustandes C und c, ob sie nämlich hart, weich, vollkommen oder unvollkommen elastisch sind, u. s. w. hängt es ab, ob die Gleichung III oder ob eine andere statt finde nebst der Gleichung I. [Von dem Zustande der Massen M′ und m′, außerhalb ihres chemischen Zustandes C′ und c′, hängt es ab, welche Gleichung IV statt finde nebst der Gleichung II]. Hievon hängt es ferner ab, ob die Gleichung V oder ob eine andere statt finden werde. [Hievon hängt ferner ab, welche Gleichung VI statt finde]. Statt der Gleichung V kann eine andere von einer solchen Art erhalten werden, daß bei einer angenommenen Bedingniß für Bewegungsharmonie, nämlich bei angenommenen Werthen von N, und bei angenommenen Werthen von C, c, und M, zugleich mehrere Werthe a, b, c, für m folgen; es kann aber auch geschehen, daß man als Resultat erhält, m = m. Im 1sten Falle wird Bewegungsharmonie erfolgen, wenn m = a, wenn m = b, wenn m = c ist, u. s. w. im 2ten Falle wird Bewegungsharmonie erfolgen, bei jedem Werthe von m. Die Gleichung VI kann von einer solchen Art seyn, daß bei einer angenommenen Bedingniß für chemische Harmonie, nämlich bei angenommenen Werthen von N′, und bei angenommenen Werthen von C′, c′, und M′, zugleich mehrere Werthe a′, b′, c′, ... m′ folgen; es kann aber auch geschehen, daß man als Resultat erhält m′ = m′. Im 1sten Falle wird chemische Harmonie erfolgen, wenn m′ = a′, wenn m′ = b′, wenn m′ = c′ ist, u. s. w.; im 2ten Falle wird chemische Harmonie erfolgen, bei jedem Werthe von m′. Oder: Im ersten Falle werden folgende bestimmten chemischen Mischungsverhältnisse bestehen, a′: M′, b′: M′, c′: M′, u. s. w.; im 2ten Falle werden keine bestimmten chemischen Mischungsverhältnisse bestehen, sondern die Stoffe m′ und M′ verbinden sich unter allen Massenverhältnissen]. Die Rechnung über eine, durch Stoß hervorgebrachte Bewegungsharmonie unter m und M, beweist, daß bei Veränderung der Masse M, unter übrigens gleich beibehaltenen Umständen, die Masse m mit jener M proportional ändern müsse, um stets einerlei Bewegungsharmonie zu erhalten; dieß folgt aus der Gleichung V.

[Verſuche über, durch chemiſche Wechſelwirkung hervorgebrachte chemiſche Harmonie unter m′ und M′, beweiſen, daß bei Veränderung der Maſſe M′, unter übrigens gleich beibehaltenen Umſtänden, die Maſſe m′ mit jener M′ proportional ändern müſſe, um ſtets einerlei chemiſche Harmonie N′ zu erhalten. Geben z. B. m′ Theile Oxygen mit M′ Theile eines Metalls, deſſen Protoxyd, ſo geben immer nur am′ Theile Oxygen mit aM′ Theilen jenes Metalls daſſelbe Protoxyd *). Es muß daher aus der Natur der chemiſchen Wechſelwirkung die Gleichung IV von der Art ſeyn, daß ſie mit der Gleichung II combinirt, auf folgende Gleichung führe:

VII) $m' = \varphi(M', N', C', c') = M' . \psi(N', C', c')$.

Wir dürfen daher annehmen, es könne die Gleichung IV von folgender Form ſeyn: $M'C'^h + m'c'^h = M'V'^h + m'v'^h$; denn dann folgt aus dieſer und der Gleichung II, folgende Gleichung:

$$\frac{(M'C' + m'c')^h}{\left(M' + \frac{m'}{N'}\right)^h} = \frac{M'C'^h + m'c'^h}{M' + \frac{m}{N'^h}}$$ und, da hier m′ dem M′ proportional erſcheint,

hieraus: $m' = M' . \psi(N', C', c')$. Iſt der Zuſtand der Maſſen M′ und m′, von der Art, daß $h = 1$ iſt, ſo erhält man für die chemiſche Harmonie $m' = m'$; alſo beſteht chemiſche Verbindung bei jedem Miſchungsverhältniſſe m′ : M′. Iſt hingegen h gleich einer Zahl die von 1 verſchieden iſt, ſo erhält man $m' = M' . \psi(N', C', c')$; dann beſteht alſo chemiſche Verbindung bei den Miſchungsverhältniſſen $1 : \psi(N', C', c')$, ferner $1 : \psi\left(\frac{N'}{2}, C', c'\right)$ ferner $1 : \psi\left(\frac{N'}{3}, C', c'\right)$, ferner u. ſ. w., worin $N', \frac{N'}{2}, \frac{N'}{3}$ ..... jene chemiſchen Harmonien ausdrücken, welche in den auf einander folgenden Miſchungsverhältniſſen ſtatt finden. So beſtünden z. B. bei obigen Miſchungsverhältniſſen, jene Harmonien $N', \frac{N'}{2}, \frac{N'}{3}$ zwiſchen den chemiſchen Actionen des Oxygens und des Metalls, durch welche Harmonien ſich das Protoxyd, das Deuteroxyd u. ſ. w. unſern Sinnen darſtellen].

§. 165. Wir haben die chemiſchen Erſcheinungen aus einem neuen Geſichtspunkte aufgefaßt, indem wir bei denſelben nicht ein materielles, durch eigene Anziehung erfolgtes An- und Nebeneinanderreihen der kleinſten Theilchen von verſchiedenen Stoffen angenommen haben, welche Stoffe an ihrer Natur durch dieſe Verbindung nichts ändern ſollten, ſo daß eine chemiſche Verbindung eigentlich eine ſehr innige, nur auf gewiſſe Art angeordnete, mechaniſche Verbindung, wäre. Wir haben vielmehr getrachtet, die chemiſchen Erſcheinungen, eben ſo aus einer Umſtimmung von Typen zu erklären, wie im Verfolge dieſer Schrift die Erſcheinungen der Natur wir überhaupt zu erklären bemüht ſind, in der voll-

*) Richters Stöchiometrie I.

sten Ueberzeugung, daß eine solche, nicht bloß chemische Ansicht der Natur einen weit harmonischern gleichförmigern Anblick bei dem Forschen, die Natur aus ihren Erscheinungen richtig zu deuten gewähre, als die bloß atomistischen Ansichten, welche zwar bei der bloßen Betrachtung des Mechanismus, auf die einfachste Weise zu den exactesten Resultaten des Calculs führen, dabei aber unsern Forschungen in den mystischern Actionen der Natur, als ganz vorzüglich in jenen der Vitalität, lästige Schranken setzen.

Wir konnten bei der ersten Mittheilung unserer Ansichten, dieselben gleichsam nur nach ihren Hauptzügen entwerfen, da nothwendiger Weise Verworrenheit und eine Unterbrechung, im Gange der Hauptideen hätte entstehen müssen, wenn wir uns zugleich auf detaillirtere Rücksichten eingelassen hätten. Es soll demnach hier noch einiges zur tiefern Ergründung unserer Theorie nachgetragen werden.

Die chemische Action eines Körpers, ist nicht so einfach als dessen mechanische Action, welche letztere sich bloß auf Bewegung oder Streben nach Bewegung beziehet, deren erstere sich durch Raum und Zeit, letztere durch die Größe eines Druckes messen läßt. Die chemische Action eines Körpers ist der Inbegriff einer Menge von Actionen, nämlich aller jener Actionen, die sich bei einem Körper ergeben, so wie er nach und nach in verschiedene Umstände versetzt wird. So bezieht sich z. B. die chemische Action des Wassers auf Folgendes: bei der jedesmaligen Temperatur hat es dieses oder jenes specifische Gewicht, diesen oder jenen crystallinischen oder tropfbarflüssigen oder dunstförmigen Zustand; diese oder jene Farbe und äußeres Ansehen überhaupt; diesen oder jenen Geschmack, Geruch u. s. w.; es äußert sich bei der jedesmaligen Temperatur gegen diesen oder jenen Körper so oder so; löst z. B. an Natron auf so viel oder so viel Glaubersalz so viel u. s. w.; setzet in diesen oder jenen Grad der elektrischen Spannung versetzt, äußert es sich, rücksichtlich seines Aggregatzustandes, so oder so; auf andere Körper einwirkend, so oder so; u. s. w. Und so ließe sich das Wasser, in unendlich viele Umstände versetzt, ins Unendliche fort betrachten.

Wir sehen hieraus, daß es unmöglich sey, die chemische Action im strengsten Sinne des Wortes genommen, von irgend einem Körper zu kennen; da es unmöglich ist, dessen Verhalten in allen nur erdenklichen Umständen geprüft zu haben. Denn in welche Umstände ließe sich nicht noch ein Körper versetzen, welche wir nicht einmal ahnden, so wie vor nicht gar langer Zeit, Niemand eine auch nur dunkle Idee davon hatte, daß man einen Körper in den Zustand der galvanischen Einwirkung versetzen könne.

Wir vermögen nur zur Kenntniß der partialen chemischen Action eines Körpers zu gelangen, nämlich zur Kenntniß des Inbegriffes seines Verhaltens in einigen Umständen. Wir wollen aber unter dem Ausdrucke: chemische Action eines Körpers, nicht dessen chemische Action im strengsten Sinne verstehen, sondern dessen partiale chemische Ac-

tion, in ſo ferne ſie uns bekannt iſt. Wir verſtehen nemlich unter dem Ausdrucke: chemiſche Action eines Körpers, den Inbegriff jener Actionen, die wir an ihm bemerken konnten, nachdem wir ihn nach und nach in verſchiedene Umſtände verſetzt hatten; nicht aber verſtehen wir deſſen chemiſche Action im ſtrengſten Sinne genommen (eigentlich ein Ideal), ſo wie in der angewandten Mechanik unter einem elaſtiſchen Körper, nicht ein vollkommen elaſtiſcher Körper verſtanden wird.

Was wir ſchlechthin chemiſche Action eines Körpers nennen, iſt von der chemiſchen Action eines Körpers im ſtrengſten Sinne genommen, auch noch in einer andern als in der eben erwähnten Rückſicht entfernt. Die chemiſche Action eines Körpers bezieht ſich nämlich blos auf die einigen Umſtände, in denen wir den Körper beobachten konnten; zugleich aber auch auf jene wenigen Actionen, die wir zu beobachten im Stande waren, da es ſich doch ſehr wohl denken läßt, es habe der Körper auch bloß in den beobachteten Umſtänden, noch gar manche Action ausgeübt, die wir nicht zu beobachten im Stande waren, oder auf die wir bisher noch nicht aufmerkſam geworden ſind.

Unſern Anſichten gemäß, über die Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action, dürfen wir, ohne uns einer Inconſequenz ſchuldig zu machen, und als übereinſtimmend mit den Erſcheinungen, Folgendes hinzuſetzen:

Wenn zwei Stoffe, welche unſern Anſichten gemäß, eine und dieſelbe Materie ſind, bei denen bloß der Typus zur chemiſchen Action auf eine verſchiedene Weiſe geweckt iſt; wenn dieſe beiden Stoffe gegen einander in jene Lage treten, daß unter denſelben eine wechſelſeitige Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action ſtatt finden kann, ſo iſt die Umſtimmung der Typen total harmoniſch oder bloß partial harmoniſch, und es beſteht daher entweder eine chemiſche Verbindung im ſtrengſten Sinne des Worts genommen, oder bloß eine partial chemiſche Verbindung. Der erſte Fall bezieht ſich auf ein bloßes Ideal, über deſſen Wirklichkeit wir nie zu entſcheiden vermögen; er würde dann eintreten, wenn der Typus zur chemiſchen Action in beiden Stoffen dergeſtalt umſtimmt würde, daß dieſe beiden Stoffe, in welch immer einen Zuſtand verſetzt, in ihren Actionen durchgehends dergeſtalt ſich harmoniſch äußern möchten, daß die jedesmaligen, zu gleicher Zeit ſtatt findenden, und zu einerlei Kategorie gehörenden Actionen, als eine einzige Action aufgefaßt werden könnten, ſo daß die beiden Stoffe, durchgehends, in allen Fällen, als ein einziger Stoff erſcheinen müßten. Der zweite Fall bezieht ſich auf etwas Wirkliches, das wenigſtens für einige Umſtände durch Erfahrung und Verſuche beſtimmt werden kann. Er tritt dann ein, wenn der Typus zur chemiſchen Action in beiden Stoffen dergeſtalt umſtimmt wird, daß dieſe beiden Stoffe zwar in mancherlei Zuſtände verſetzt rückſichtlich mancherlei Actionen ſich dergeſtalt harmoniſch äußern, daß die dann zu gleicher Zeit ſtatt findenden und zu einerlei Kategorie gehörenden Actionen, als eine einzige Action

aufgefaßt werden können, so daß in diesen einzelnen Rücksichten betrachtet, die beiden Stoffe als ein einziger Stoff erscheinen; daß hingegen diese beiden Stoffe in andere Zustände versetzt, in gewissen Actionen sich dergestalt unharmonisch äußern, daß die sich dahin beziehenden zu einerlei Kategorie gehörenden Actionen nicht als eine einzige Action aufgefaßt werden können, wodurch denn auch die beiden Stoffe in diesen einzelnen Rücksichten betrachtet, als zweierlei Stoffe erscheinen.

Ein Beispiel soll diesen zweiten Fall erläutern. Wird, in gehörigen quantitativen Verhältnissen, und unter den zum Eintritte einer chemischen Verbindung erforderlichen Umständen, eine chemische Verbindung zwischen Materie von hydrogenigter Action und zwischen Materie von oxygenigter Action hervorgebracht (nemlich zwischen Hydrogen und Oxygen zu Wasser), so entsteht eine Materie von Hydroaction (Wasser). Setzt man diese Materie von Hydroaction bei einem Barometerstand von 30 englischen Zollen, einer welch immer aus bekannten Temperatur aus, und zwar so, daß übrigens kein Stoff darauf anders denn mechanisch einwirken könne (z. B. als das Fluidum einschließend, nicht aber als Metall, und daher als auf das Wasser desoxydirend wirkend); so zeigt sich uns die Materie von Hydroaction (nemlich das Wasser), nach allen uns wahrzunehmen möglichen Actionen, als ein Einziges, als ein Harmonisches, und dabei zeigt sich weder eine Spur von der oxygenigten, noch eine Spur von der hydrogenigten Action. Es läßt sich nemlich weder an den Eiscrystallen, noch an der Flüssigkeit, noch an dem Dunste, eine Abscheidung in eine zweifache Action wahrnehmen. Allein diese Harmonie in den Actionen, welche den umstimmten Typen im Hydrogen und Oxygen entspricht, bewährt sich nicht durchgehends für alle Umstände, in die man die Materie von Hydroaction versetzt. Bringt man diese Materie in den Wirkungskreis von Kalium (durch Berührung), so äußern die beyden Materien von der oxygenigten und hydrogenigten Action zweierlei von einander sehr abweichende Actionen, die so unharmonisch gegen einander sind, daß sie unmöglich als eine einzige Action aufgefaßt werden können. In diesem Zustande von Disharmonie trennen sich die beiden Materien, die eine mit ihrer ursprünglichen Action (das Hydrogen), die andere mit einer umstimmten Action, die nicht für sich allein wahrgenommen wird, sondern bloß als harmonirend mit dem umstimmten Typus des Kaliums; es erscheint nemlich die Action, die dem umstimmten Typus im Oxygen entspricht, in Harmonie mit jener Action, welche dem umstimmten Typus im Kalium entspricht; und aus dem Accord dieser beiden harmonischen Actionen entspringt jene als einzig erscheinende Action, an der wir das Kali erkennen.

Auch noch in einem andern Falle bewährt sich die Harmonie der Actionen nicht, welche den umstimmten Typen in dem zu Wasser verbundenen Oxygen und Hydrogen entspricht.

Wird nemlich die Materie von Hydroaction in den Zustand der galvanischen Ein-

wirkung verſetzt, ſo erſcheint eine Disharmonie zwiſchen den elektriſchen Actionen des Oxygens und Hydrogens; das iſt ſo zu verſtehen:

Nachdem die Materie von oxygenigter Action, mit der Materie von hydrogenigter Action in jene Wechſelwirkung getreten war, woraus jene wechſelſeitige Umſtimmung der Typen entſtand, daß unter den dieſen umſtimmten Typen entſprechenden Actionen jene Harmonie beſtand, welcher gemäß beide Actionen als eine einzige aufgefaßt werden konnten, woraus die Erſcheinung einer chemiſchen Verbindung hervorging, ſo verhielt es ſich mit jenen Actionen folgendermaßen: Die dem umſtimmten Typus der Materie von oxygenigter Action, entſprechende Action, welche wir O′ nennen wollen, iſt der Inbegriff aller jener Actionen, welche das im Waſſer enthaltene Oxygen nach Verſchiedenheit der Umſtände ausübt, welche wir durch o′ o″ o‴ . . . ., ausdrücken wollen. Eben ſo iſt die dem umſtimmten Typus der Materie von hydrogenigter Action entſprechende Action, welche wir H′ nennen wollen, der Inbegriff aller jener Actionen, welche das im Waſſer enthaltene Hydrogen nach Verſchiedenheit der Umſtände ausübt, welche wir durch h′ h″ h‴ . . . . ausdrücken wollen. Hier wird vorausgeſetzt, daß o′ und h′ Actionen von einerlei Art ſind, eben ſo, daß o″ und h″ Actionen von einerlei Art ſind, u. ſ. w.

Als die Materie von Hydroaction (das Waſſer) in den Zuſtand A verſetzt wurde (z. B. in den Zuſtand jener Temperatur, wobei ſich Eiscryſtalle bildeten) ſo beſtand Harmonie, unter den gleichnamigen Actionen o′, h′, eben ſo unter den gleichnamigen Actionen o″, h″, eben ſo unter den gleichnamigen Actionen o‴, h‴, eben ſo . . . .; welchen gemäß die jedesmaligen gleichnamigen Actionen als eine einzige aufgefaßt wurden, und ſo die Erſcheinung eines einzigen Stoffes hervorging. (So z. B. war in der Action der Cryſtalliſation (nämlich im Plaſticismus), keine Disharmonie zu bemerken; denn eine ſolche Disharmonie hätte die Erſcheinung zweier von einander abgeſonderter Aeußerungen des Plaſticismus zur Folge gehabt, d. h. man hätte zweierlei Cryſtalliſationen bemerkt u. ſ. w.)

Auf ähnliche Art verhielt es ſich, wenn man die Materie von Hydroaction in mancherlei andre Umſtände verſetzte. Wenn man es z. B. ſchüttelte, ſo entſtand nach dem Schütteln keine Disharmonie, unter welch immer gleichartigen Actionen, nämlich zwiſchen den Actionen o′ und h′, oder zwiſchen jenen o″ und h″ oder zwiſchen jenen u. ſ. w. Eben ſo verhielt es ſich, wenn man das Waſſer in den Zuſtand einer Berührung mit Holz, mit Stein u. ſ. w. brachte.

Als man aber dieſelbe Materie von Hydroaction, der galvaniſchen Einwirkung ausſetzte, ſo zeigte ſich eine Disharmonie in den elektriſchen Actionen o′ und h′; es äußerte ſich nämlich o′ als Action eines negativ Elektriſchen (nämlich als vom Oxygenpol angezogen), hingegen h′ als Action eines poſitiv Elektriſchen (nämlich als vom Hydrogenpol angezogen). Und ſo erſchien denn die Materie von Hydroaction; als ſie der galvaniſchen

Einwirkung ausgesetzt wird, nicht mehr als einzige Materie, nämlich nicht mehr als eine einzige gleichnamige Action, ausübend, sondern als zweierlei gleichartige Actionen nun ausübend, folglich als zweifache Stoffe.

Aber nicht genug! es blieb nun nicht bloß bei der Disharmonie zwischen den gleichnamigen Actionen, o′ und h′, sondern es erschien nun eine totale Disharmonie in allen übrigen gleichnamigen Actionen. Da nemlich die oxygenigte Action von der hydrogenigten Action abgesondert erschien (indem nemlich Oxygen und Hydrogen mit ihren ursprünglichen Typen wieder auftraten), so hatte sich wieder jene ursprüngliche Dissonanz in allen übrigen gleichnamigen Actionen hergestellt, welche vor der Umstimmung der Typen (vor der Verbindung des Oxygens und Hydrogens zu Wasser) statt gefunden hatte.

Dieß Resultat läßt sich eben nicht a priori als nothwendig erklären; indem ja gar wohl eine Dissonanz zwischen den Actionen o′ und h′ hätte entstehen können, ohne daß hiedurch die Harmonie unter den Actionen o″ und h″ so wie unter jenen o‴ und h‴, so wie unter . . . . hätte aufgehoben werden müssen. Denn, so können ja z. B. zwei gespannte Darmsaiten Töne geben, die dergestalt in Harmonie stehen, daß beide Töne nur als ein einziger Ton erscheinen; und dennoch könnten diese Darmsaiten von zweierlei Farbe seyn, und zwar so, daß unter diesen Farben die grellste Disharmonie bestünde.

Noch wunderbarer wird die oben erwähnte Erscheinung an dem der galvanischen Einwirkung ausgesetzten Wasser, wenn wir erwägen, daß die eintretende Disharmonie unter den elektrischen Actionen o′ und h′, nicht nur von einer totalen Disharmonie unter den übrigen gleichnamigen Actionen o″, h″, ferner o‴, h‴, ferner . . . . begleitet war, sondern daß die Actionen o′, o″, o‴ . . . und eben so die Actionen h′ h″ h‴ . . . ganz wieder als jene erschienen, in welchen sich die oxygenigten und hydrogenigten Actionen in ihrem ursprünglichen Zustande qualificiren.

Diese Betrachtung, welche wohl gestatten möchte, manchen tiefen Blick in das mystische Wesen des Chemismus zu werfen, diese Betrachtung, sage ich, mag uns, wo nicht zu der völligen Behauptung, so doch zu der sehr gegründeten Vermuthung führen: es seyen die elektrischen Actionen als jene Cardinalactionen der Materie zu betrachten, von deren Harmonie oder Disharmonie, die Harmonie oder Disharmonie aller übrigen Actionen abhinge, u. z. so, daß bei entstehender Disharmonie in den elektrischen Actionen, alle übrigen Actionen wieder auf jenen ursprünglichen Zustand zurückgeführt werden, welcher damals statt fand, ehe eine Umstimmung der Typen zu einer totalen Harmonie vor sich gegangen war.

Wir wollen dieses Bild der Abstraction, durch eine sinnliche Darstellung erläutern, indem wir einen analogen Fall aus der Mechanik entlehnen: Man denke sich zwei Kör-

Digitized by Google

per A und B, welche beide so beschaffen sind, daß jeder derselben bei seiner Bewegung einen Ton von sich gebe, und eine Farbe darstelle, so daß diese beiden Actionen von der jedesmaligen Geschwindigkeit abhängen. Man nehme ferners an, daß zwischen dem jedesmaligen Tone a′ des Körpers A, und zwischen dem Tone b′ des Körpers B, allemal dann die vollständigste Harmonie bestehe, und eben so, daß zwischen den Farben a″ und b″ der Körper A und B die vollständigste Harmonie dann bestehe, wenn zwischen den Geschwindigkeiten a und b (der Körper A, B) irgend ein harmonisches Verhältniß, z. B. jenes von 2 : 1 besteht. So lange nun die Körper A und B sich unabhängig von einander im Raume frei bewegen, so erscheint in ihren Actionen der Bewegung, des Tons und der Farbe keine Harmonie, daher denn die Körper A und B als zwei von einander völlig getrennte Dinge erscheinen. Gesetzt nun, es gelangen diese beiden Körper in die Lage, daß sie sich nur mit solchen Geschwindigkeiten zugleich bewegen können, wodurch die Geschwindigkeit des Körpers A in allen Fällen zweimal die Geschwindigkeit des Körpers B ausdrückt (dieß wäre z. B. der Fall, wenn A und B an zwei Fäden befestiget würden, so daß der erste um eine Rolle vom Halbmesser = 2, hingegen letzterer um eine Rolle vom Halbmesser = 1 geschlungen wären; und wenn überdieß angenommen würde, daß diese beiden Rollen parallel zu einander, in ihren Mittelpunkten an einer und derselben Axe in einem gegen einander unverschiebbaren Zusammenhange befestigt wären). Dies vorausgesetzt, würde Harmonie unter den Geschwindigkeiten a, b, unter den Tönen a′, b′, und unter den Farben a″, b″, bestehen, welche das Erscheinen der beiden Körper als eine einzige Erscheinung dem Geiste darstellen würde, wenn nicht die sehr deutlich abgesonderten Abstände im Raume die Verschiedenheit der Standpunkte beider Körper, fortwährend jenes Bild der Einheit zerstören möchten. Allein es ist nicht zu zweifeln, daß jeder, der von diesem letzten Umstande seiner Wahrnehmung zu abstrahiren im Stande wäre, daß dieser die Erscheinung als eine Einzige aufzufassen fähig wäre (so würde z. B. bei geschlossenen Augen, der zweifache Ton, als ein einziger erscheinend, die Illusion herbeiführen, als bewege sich nur ein Körper). Dieß würde ganz unverändert statt finden, möchten sich auch die Körper A und B mit was immer für absoluten Geschwindigkeiten bewegen; denn hiedurch würde an deren Verhältnisse = 2 : 1 nichts geändert; hiedurch entstünde keine gestörte Harmonie, aber der aus der jedesmaligen Harmonie entstehende Accord in der Erscheinung würde geändert werden (auf ähnliche Art erscheint die Materie von Hydroaction in mancherlei Umstände versetzt, als ein Einziges, so lange nämlich Harmonie unter den Actionen a′, b′, unter jenen a″, b″, . . . besteht; allein die Hydroaction selbst, ist nicht in allen Umständen dieselbe, der Plasticismus äußert sich, nach Verschiedenheit der Temperatur, als Crystallisation, als das Flüssige, als das Dunstförmige darstellend).

Gesetzt nun, wir bringen unser oben angeführtes System, in welchem sich die Körper

A und B in mechanische Relation gegen einander versetzt finden, in jenen Fall, daß durch eine veränderte Beleuchtung, die Farbenharmonie (die Harmonie unter den Actionen a″ b″) aufgehoben würde; so würde zwar in dieser einseitigen Rücksicht, die Erscheinung als eine zweifache sich darstellen; allein die noch herrschende Harmonie, zwischen den übrigen Actionen a, b, und a′, b′, würde es immer noch möglich machen, die Erscheinung als eine einzige aufzufassen, indem man nämlich von den Actionen a″, b″ abstrahiren möchte. Allein, ganz anders würde sich die Sache dann verhalten, wenn man durch irgend eine Veranlassung eine gestörte Harmonie in den Bewegungen a und b erzwingen möchte; denn dieses wäre nothwendig, mit dem Reissen der Fäden, oder überhaupt, mit dem Austritte der Körper aus ihrem Systeme verbunden, wodurch nicht bloß die Harmonie in den Bewegungen, sondern zugleich auch jene in den Tönen, eben so jene in den Farben, mit einem male aufgehoben wären.

Hier erscheint nun sehr deutlich die Action a und b, nemlich die Bewegungsaction, im Verhältnisse zu den übrigen Actionen a′, b′ und a″, b″ (Ton und Farbe) als Cardinalaction, von deren Harmonie oder Disharmonie, die Harmonie oder Disharmonie zwischen den gleichnamigen Actionen a′ b′, und den gleichnamigen Actionen a″ b″ abhängen. Ja noch mehr! Die augenblickliche Aufhebung der Harmonie in den Bewegungen, nämlich der Harmonie in den Actionen a und b, hat sogleich die Körper A und B als das wieder hergestellt, was sie vor ihrer mechanischen Verbindung, vor der wechselseitigen Umstimmung ihrer Typen waren; sie sind wieder freie unabhängig von einander, im Raume schwebende, für sich tönende, für sich farbenstrahlende Körper geworden; ihr isolirter Zustand ist wieder der, den sie ursprünglich hatten.

Folgendes Beispiel das von dem eben erwähnten sehr abweicht, verdient seiner Analogie willen, nicht weniger hier angeführt zu werden:

Zwei Seelen durch Liebe und Freundschaft verbunden, hierdurch gleichsam ein harmonischer Einklang, verhalten sich gegen einander unverändert in diesem Zustande, so daß Freude, Leid, Hoffnung, Furcht und manche andere Affectionen des Gefühls von einem Gemüthe dem andern mitgetheilt, von dem einen dem andern erwiedert werden; diese Harmonie wird zwar zuweilen durch einzelne Disharmonien (Verschiedenheit in einzelnen Ansichten; eine gleichgültige, oder wohl auch nur mißverstandene Erwiederung einer herzlichen Aeußerung) theilweise gestört; allein, dieß hat auf das Ganze keinen entschiedenen Einfluß, das schöne Bild der Freundschaft verlöscht darum nicht; es hat sich hier gleichsam eine reizende Gegend nur in den Nebel verhüllt, um aus demselben in um so reinerer und üppigerer Gestalt wieder hervorzutreten. Dennoch kann es sich fügen, daß durch ein unseeliges Verhängniß, durch eine einzige Veranlassung, jenes Band der Freundschaft, das für die Ewigkeit geknüpft zu seyn schien, mit einemmale gelöset wurde. Es kann in jenen übrigens

auch noch so Ihm mit einander harmonirenden Gemüthern gewisse Saiten geben, welche immer in der grellsten Dissonanz gegen einander verstimmt bleiben, und welche, auf irgend eine Weise zu der Aeußerung ihrer Dissonanz gebracht, eine Disharmonie in allen übrigen Gemüthsäußerungen nach sich ziehen. Und so entsteht denn oft gegen alle Erwartung eine vollkommene Trennung zweier für einander geschaffener Wesen. Isolirt, in sich verschlossen, bloß im dumpfen Bewußtseyn der eigenen Existenz, irrt dann Jedes für sich umher; und Alles sie Umgebende, daß sie ehedem mit unbeschreiblicher Wonne erfüllte, ist ihnen nun bloß mehr eine todte Einöde.

§. 166. Seit Lavoisier hat man, auf eine sehr consequente Weise, nicht mehr von an sich einfachen, unzersetzbaren Stoffen gesprochen, sondern alle Stoffe als zersetzte oder noch nicht zersetzte Stoffe erklärt. Unsern weiter oben aus einander gesetzten Ansichten der chemischen Erscheinungen gemäß lassen sich die sogenannten chemisch zersetzten Körper, als solche erklären, bei denen das Partiale in der aus der Umstimmung der Typen erfolgten Harmonie in der chemischen Action, factisch erwiesen worden ist; hingegen wären die sogenannten unzersetzten Körper als solche zu betrachten, bei denen das Partiale in der aus der Umstimmung der Typen erfolgten Harmonie in der chemischen Action noch nicht factisch erwiesen worden ist. So wissen wir z. B. seit Kurzem, daß die Harmonie in den chemischen Actionen, welche das Kalium und das Oxygen nach jener Umstimmung der Typen, welche zur Darstellung des Kali erfordert wird, ausüben, daß jene Harmonie nur partial sei, d. h. daß sie sich nicht in allen Fällen bestätige; denn, setzt man das Kali dem galvanischen Einflusse aus, so erscheint jene Disharmonie in der elektrischen Action, welche eine Disharmonie in allen übrigen Actionen mit sich führt, wodurch das Kalium und Oxygen, wegen der Disharmonie in ihrer chemischen Action, als zwei verschiedene Stoffe erscheinen. Hingegen konnten wir das Organ bisher noch nicht in jenen Zustand versetzen, in welchem eine Disharmonie in den Actionen jener Stoffe merklich geworden wäre, welche Actionen jener Umstimmung von Typen entsprechen möchten, die vor sich gehen mußten, um das Oxygen zu bilden.

§. 167. In der unorganischen Natur lassen sich alle chemischen Zusammensetzungen auf binäre Verbindungen reduciren, an welchen zwischen den sie constituirenden chemischen Elementen bestimmte Mischungsverhältnisse statt finden. Hingegen sind die Producte der organischen Natur aus mehr denn zwei Elementen, gewöhnlich aus drei oder vier, bisweilen auch aus mehrern zusammengesetzt, welche beinahe in allen Verhältnissen sich vereinigen zu können scheinen *).

*) Berzelius Versuch eines rein chemischen Mineralsystems, aus dem schwedischen übersetzt von Pfaff.

Dieſe Erſcheinung ſpricht ſehr gegen Dalton's Atomenlehre, und ſcheint mir weit übereinſtimmender mit meinen Anſichten von der Umſtimmung der Typen.

Läge der Grund der chemiſchen Verbindungen nach beſtimmten quantitativen Verhältniſſen, in beſtimmten Größen und Figuren der Atome, ſo wären die chemiſchen Miſchungsverhältniſſe mathematiſchen Geſetzen unterworfen, welche in keinem Falle eine Ausnahme leiden könnten; es müßten demnach dieſelben Geſetze, als allgemeine Naturnothwendigkeit eben ſo am Organiſchen, als am Anorganiſchen beſtehen, ſo wie der organiſche Körper im freien Falle ganz derſelben beſchleunigten Bewegung unterliegt, als der Stein.

Betrachten wir aber die chemiſchen Verbindungen, als die Aeußerungen einer jedesmaligen Harmonie unter den umſtimmten Typen, ſo ſehen wir hier nichts Widerſprechendes. Wir begreifen, daß, wenn die Umſtimmung der Typen bloß der Wechſelwirkung zweier Antheile von anorganiſcher Materie zugeſchrieben werden darf, daß in dieſem Falle nur bei beſtimmten Maſſenverhältniſſen, die beiderſeitige Umſtimmung der Typen dahin gelangen werde, daß irgend eine Harmonie unter den umſtimmten Typen, ſtatt finden könne. Wird hingegen die Umſtimmung der Typen nicht bloß der Wechſelwirkung zweier materieller Antheile unter einander überlaſſen, ſondern durch Mitwirkung eines fremden Agens nach einem Analogon von Spontaneität modificirt (wie z. B. durch die Lebenskraft am lebenden Individuo), ſo iſt es ſehr begreiflich, wie bei allen erdenklichen Maſſenverhältniſſen, die Umſtimmung der Typen in beiden Maſſen dergeſtalt modificirt werden könne, daß die umſtimmten Typen dergeſtalt harmoniren, daß ſie als ein chemiſcher Accord erſcheinen, d. h. daß die Maſſen chemiſche Verbindungen darſtellen. Ein Beiſpiel, das dem hier Geſagten analog iſt, ſoll dieſes erläutern.

Man betrachte das ſchon mehrmalen erwähnte Phänomen des centralen Stoßes zweier Körper, die vor dem Stoße beliebige Geſchwindigkeiten haben; man ſetze ferner die Harmonie der Bewegung nach dem Stoße darein, daß beſtimmte Geſchwindigkeitsverhältniſſe nach dem Stoße beſtehen. Nun iſt kein Zweifel, daß dieſe beſtimmten Geſchwindigkeitsverhältniſſe, folglich die Bewegungsharmonie nach dem Stoße, nur bei gewiſſen Verhältniſſen der Maſſen ſtatt finden werden, wenn die Maſſen ſich ſelbſt überlaſſen ſind. Ganz anders verhält es ſich aber in dem Falle, wo dieſe Maſſen nicht allein ſich ſelbſt überlaſſen würden, ſondern wo ihre Geſchwindigkeiten durch Einwirken irgend eines vernünftigen Weſens modificirt würden; hier könnte eine Bewegungsharmonie nach dem Stoße bei jedem nur erdenklichen Verhältniſſe der ſtoßenden Maſſen ſtatt finden. So könnte z. B. durch Nachhelfen mit den Fingern die beiderſeitige Geſchwindigkeit der ſtoßenden Maſſen, für irgend eine Bewegungsharmonie modificirt werden.

Digitized by Google

68. Ich will hier noch Einiges über die Geſetze der chemiſchen Miſchungsverhältniſſe anführen, vielleicht bin ich ſo glücklich, dieſe Geſetze einer Theorie zu unterwerfen, welche aus meinen Anſichten über die Umſtimmung der Typen hervorgeht. Allein ich ſpare mir dieß für die Nachträge zu dieſer Schrift auf.

Bergmann (1767 — 1784) und Lavoiſier (1771 — 1794) *), waren die erſten, die eine Zahlen-Präciſion in die Chemie einführten. Der erſte beſchäftigte ſich beſonders mit dem Verhältniſſe der Baſen zu den Säuren in den Salzen, der zweite beſonders mit der Analyſe der Erſcheinungen des Verbrennens, d. h. mit dem Verhältniſſe, in welchem ſich der Sauerſtoff mit den verbrennlichen Körpern verbindet. Einige Körper verbinden ſich mit einander nur in beſtimmten Verhältniſſen, einige nicht z. B. die Legirungen, die Erden und einige Baſen der Salze untereinander, die Salze mit Waſſer, die Harze mit Alkohol.

Nach Berthollet iſt die chemiſche Verwandtſchaft eine Kraft, welche alle heterogene Körper zu einem Körper neuer Art zu vereinigen ſtrebt, und zwar nach den Geſetzen der chemiſchen Maſſe. Dieſe Vereinigung würde vermöge der Natur der chemiſchen Kraft nach allen möglichen Verhältniſſen erfolgen, wenn nicht durch die Schwächung der Verwandtſchaft mit der Sättigung, und den beiden Kräften die der Verwandtſchaft immer entgegenſtreben, nämlich der Anziehung des Gleichartigen und dem Beſtreben nach Elaſtizität, Trennungen erhalten würden.

Die Geſetze, die Berthollet aufſtellt, ſind allgemein, und gelten nicht nur von den Verbindungen, ſondern auch von den Auflöſungen, die ſich nur durch die Stärke der in ihnen wirkenden chemiſchen Kraft von einander unterſcheiden. Sind dieſe Kräfte ſchwach, z. B. bei Auflöſungen, ſo ſättigen ſich anfänglich die feſten Theile mit den flüſſigen, und wenn dadurch die Cohärenz geſchwächt iſt, ſo erfolgt die gleichförmige Vertheilung, oder eine zweite Sättigung. Sobald zwei flüſſige Körper von beträchtlicher Verwandtſchaft mit einander in Berührung treten, ſo erfolgt vermöge der Anziehung des Ungleichartigen eine Verdichtung. Bei einigen iſt ſie für ein gewiſſes Verhältniß der Miſchung ein Maximum; wo dieß iſt, iſt nur eine chemiſche Verbindung möglich; und zwar in dem genannten Verhältniſſe. Bei Gasarten iſt die Condenſation am größten, bei dieſen findet das Genannte auch beſonders ſtatt; ſo verbindet ſich z. B. Sauerſtoffgas mit Waſſerſtoffgas immer nur zu Waſſer, in dem Verhältniſſe von 2 : 1 dem Volumen nach. (Nach Berthollet dem Sohne und Gay-Luſſac). Bei Körpern, die ſich bei ihrer Berührung wenig verdichten, iſt eine Verbindung in allen Verhältniſſen bis zur Sättigung

*) Gilberts Annalen 1812. 11.

möglich. Die meiſten chemiſchen Verbindungen ſind von dieſer Art. So weit kam Bertholet, als es dem damaligen Zuſtande der Chemie nach (1802) möglich war.

Prouſt machte genaue Verſuche über die Oxyde der Metalle, ihre Verbindungen mit Schwefel und mit Säuren. Er widerlegte das von Bertholet aufgeſtellte Geſetz, welchem nach, zwiſchen Oxydationsſtufen in Minimo und Maximo alle andern möglich wären, eben ſo daſſelbe Geſetz für die Verbindungen der Metalle mit Schwefel. Nach Prouſt ſind zwiſchen dieſen Körpern nur gewiſſe Verbindungsverhältniſſe möglich, bei einigen nur eines, bei andern mehrere, und der Uebergang geſchieht ſprungweiſe. Nach Prouſt gibt es alſo Verbindungen nach feſten Proportionen und Zergehungen oder Vereinigungen dieſer Verbindungen, und dieſe kommen in allen Verhältniſſen vor.

Gilbert will aber unter Verbindungen im engen Sinne Vereinigungen nach wenigen feſten Miſchungsverhältniſſen, und unter Zergehungen Vereinigungen nach progreſſiven unmerklichen in einander übergehenden Verhältniſſen, mehrmals innerhalb beſtimmter Gränzen verſtanden haben; weil dieſe unläugbar in der Chemie auch vorkommen *).

Richters Stöchiometrie erſchien zu Breslau 1792; hier bemüht er ſich die feſten Miſchungsverhältniſſe oder die Neutralitäts-Geſetze zwiſchen Säuren und Baſen zu finden. Er bildet Reihen, die die Menge der verſchiedenen Baſen enthalten, die zur Sättigung einer beſtimmten Menge einer Säure nöthig ſind, und findet, daß das Verhältniß derſelben Glieder in zwei Reihen, nämlich für 2 Säuren, conſtant ſey, z. B. um 1000 Theile Schwefelſäure zu ſättigen wären a Theile Kali, und um 1000 Theile Salzſäure zu ſättigen, b Theile nöthig; ferner wären zur Sättigung von 1000 Theilen Schwefelſäure c Theile Natron nöthig, und d Theile Natron zur Sättigung von 1000 Theilen Salzſäure, ſo iſt $a : b = c : d$. Daſſelbe muß auch von den Maſſenreihen der Säuren für die Baſen gelten, welche ſich aus jenen durch Rechnung finden laſſen. Richter führt hiefür den Beweis durch Zerlegung, durch doppelte Wahlverwandtſchaft an. Er fand nämlich, daß, wenn die beiden Salze, welche ſich durch doppelte Wahlverwandtſchaft zerſetzen, zuvor neutral waren, ſie auch nach dem Wechſel ihrer Beſtandtheile wieder neutrale Verbindungen bildeten. Dieſe Geſetze ſind durch die neueſten Verſuche des Berzelius beſtätigt worden.

Berzelius **) hat dargethan, daß Metalle, welche mehrere Oxydationsſtufen haben, in der zweiten Stufe der Oxydation genau entweder 1½mal oder 2mal ſo viel Sauerſtoff, als in der erſten Stufe der Oxydirung, aufnehmen. Daſſelbe gilt für die verſchiedenen

*) Gilberts Annalen. 1813.

**) Gilberts Annalen. 1810. 7.

Schwefelsäuren. Auch die Verbindungen von Metallen mit Schwefel, folgen dem nämlichen Gesetze. Ferner, daß die brennbaren Körper allezeit doppelt so viel Schwefel in ihren Verbindungen im Minimum mit demselben aufnehmen, als Sauerstoff in ihrer Oxydirung im Minimum. Aus diesem folgt: Wenn zwei Körper A und B, sich mit einander in verschiedenen Verhältnissen vereinigen können, so geschieht dieses nur nach folgenden Verhältnissen: einmal A mit einmal B, 1 A mit 1½ B; 1 A mit 2 B und 1 A mit 4 B. Ferner: Wenn vier Körper A, B, C, D sich unter einander, je 2 und 2, vereinigen können, so verhält sich das C zu D, wovon A gesättigt wird, wie das C zu dem D, welches B sättiget. Ein jedes Schwefel-Metall, wenn es vollkommen oxydirt wird, muß diesem zu Folge ein neutrales Salz geben, worin der Oxygen des Metalloxyds die Hälfte von dem Schwefel der Schwefelsäure ausmacht; und diesem entsprechen muß eine jede Basis, welche 100 Theile Schwefelsäure neutralisirt, 20,29 Oxygen enthalten. Dagegen setzen 100 Theile Salzsäure an der sie sättigenden Basis 30,75 Oxygen voraus. Aus diesem folgt auch, daß Ammoniak Sauerstoff enthalten muß.

Berzelius hat für die unorganische Natur folgende Gesetze der Bildung gefunden *). 1) In einer chemischen Verbindung von 2 oder mehreren oxydirten Körpern (Säuren mit Säuren, oder Säuren mit Basen, oder Basen mit Basen) ist der Sauerstoff des in größerer Menge gegenwärtigen Körpers ein Multiplum nach einer ganzen Zahl (d. i., nach 1, 2, 3, 4) von dem Sauerstoffe des in geringerer Menge gegenwärtigen Körpers; und in jeder chemischen Verbindung zwischen zwei brennbaren Körpern sind diese in solchen Verhältnissen vorhanden, daß, wenn die Verbindung oxygenirt wird, eine neue Zusammensetzung entstehet, welche nach dem eben angeführten Gesetze gebildet ist. 2) Um die Frage zu beantworten: wie sich die Menge des Sauerstoffs einer Säure, zu der Menge der sie sättigenden Basis verhält, gibt Berzellus folgendes Gesetz an: Wenn zwei oxydirte Körper z. B. eine Säure und eine salzbare Basis neutrale Verbindungen eingehen können, so erhält derjenige der beiden Körper, welcher sich in der galvanischen Kette nach dem positiven Pol begibt, entweder 2 oder 3, 4, 5, 6, ... mal so viel Sauerstoff als der andere Körper, welcher nach dem negativen Pol hinstrebt **).

Nicht alle Säuren lassen sich für sich darstellen; so z. B. läßt sich die Salzsäure von den Körpern, mit denen sie verbunden ist, nicht trennen, sagt Berzelius, so oft es an Wasser fehlt, womit sie sich im Entstehungsaugenblick verbinden kann. Schwefelsäure kann nie wasserfrei dargestellt werden, und wenn man sie zu erhalten versucht, bekömmt

*) Gilberts Annalen 1811. 6.

**) Gilberts Annalen 1811.

man immer ſchweflichte Säure, z. B. wenn man Schwefel in Sauerſtoffgas verbrennt. Ausgetrocknetes ſchwefelſaures Eiſenoxyd oder ausgetrockneter Alaun geben durch Hitze ſchweflichte Säure und Sauerſtoffgas. Eben ſo erhält man eine ſalpetrige Säure und Sauerſtoffgas, wenn man reine Salpeterſäure erzeugen will; Gegenwart von Waſſer bewirkt aber die Verbindung jener Stoffe zu Salpeterſäure.

In jedem Cryſtalle, ſagt Berzelius, kann Waſſer auf zweierlei Art vorhanden ſeyn: 1) entweder chemiſch gebunden, als ein integrirender Beſtandtheil, oder 2) in den Zwiſchenräumen einer großen zuſammenhängenden Maſſe nur mechaniſch eingeſchloſſen. Gewöhnlich haben die Chemiker das mechaniſch eingeſchloſſene Waſſer für Cryſtallwaſſer gehalten; daher waren ihre Angaben deſſelben ſo verſchieden, je nachdem ſie große oder kleine Cryſtalle anwandten. Die verkniſternden Salze enthalten nicht nothwendig Cryſtallwaſſer, obgleich das Verkniſtern einen Gehalt an Cryſtallwaſſer keineswegs ausſchließt; weil es Cryſtalle geben kann, die das Cryſtallwaſſer nur bei einer ſehr hohen Temperatur fahren laſſen.

So weit aber, als unſere jetzige Erfahrung reicht, kommen alle Verbindungen mit Waſſer, welche das Waſſer ſehr ſtark zurückhalten, bei einer nicht ſehr erhöhten Temperatur in Fluß, und das mechaniſch in den Cryſtallen eingeſchloſſene Waſſer geht durchs Kochen fort.

Nach Berzelius können wir die Pflanzenſäuren (Weinſtein-, Citronen-, Sauerklee-Säure) nicht ohne einem Gehalt von Waſſer erhalten, und ſie ſind vermuthlich für ſich nicht darſtellbar. Dieſe Säuren enthalten eine Portion Waſſer, welche ausgetrieben werden kann, und ſich wie Cryſtallwaſſer verhält, während die Säure mit einer andern Portion Waſſer verbunden bleibt, die ganz die Rolle einer Baſis ſpielt, und ſich nur durch eine ſtärkere Baſis von ihr trennen läßt. Wir können dieſe Verbindungen mit Waſſer füglich als Salze anſehen, in welchen das Waſſer die Baſis iſt. Wenn wir dieß in der cryſtalliſirten Sauerkleeſäure durch Verwitterung verflüchtigte Waſſer für Cryſtallwaſſer anſehen, ſo enthält dieſes zweimal ſo viel Sauerſtoff, wie der als Baſis anzuſehende Antheil des Waſſers. Ferner ſchließt das in der cryſtalliſirten Sauerkleeſäure enthaltene Waſſer genau ſo viel Sauerſtoff als die Säure ſelbſt in ſich.

Die Alkalien, Kalk und Magneſia binden ſo viel Waſſer, ſagt Berzelius, daß der Sauerſtoff des Waſſers dem der Erde gleich kömmt; zugleich nehmen ſie aber auch, wie bekannt iſt, neue Portionen Waſſer auf, die dem Cryſtallwaſſer entſprechen; ſie müſſen daher das Waſſer in zwei verſchiedenen Zuſtänden enthalten, ganz ſo, wie bei den vegetabiliſchen Säuren. Die eine Portion Waſſer entſpricht dem poſitiven Körper oder der Säure, und läßt ſich aus ihrer Verbindung mit den fixen Alkalien, dem Baryt und Strontian nicht durchs Glühen austreiben, ſondern nur durch Hinzukommen eines andern

entweder für ſich, oder doch in Hinſicht der Temperatur poſitiven Körpers. Aus dem Grade der Temperatur, bei welcher die feuerbeſtändigen Alkalien das Waſſer fahren laſſen, kann man auf die Größe der chemiſchen Verwandeſchaft ſchließen. Auch die Thonerde bindet ſo viel Waſſer, daß der Sauerſtoffgehalt deſſelben dem der Baſis gleich iſt. Für ſich nimmt das Eiſenoxyd doppelt ſo viel Sauerſtoff auf, als das Waſſer, das ſich damit bindet, enthält; tritt es aber mit andern Körpern in Verbindung, ſo nimmt es eine Menge Waſſer auf, deren Sauerſtoff dem des Oxydes gleichkömmt.

In den Salzen iſt, nach Berzelius, der Sauerſtoff des Cryſtallwaſſers ſtets ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Baſis, oder (wie bei der Citronenſäure und dem baſiſchen kohlenſauren Kupferoxyd) ein Submultiplum nach einer ganzen Zahl von der Sauerſtoffmenge der Baſis. Wenn wir den Sauerſtoff des Cryſtallwaſſers mit dem der Säure vergleichen, finden wir nicht immer ein Verhalten nach dem nämlichen Geſetze. Dieß führt Berzelius auf folgende Regel: In Verbindungen von mehreren oxydirten Körpern iſt der Sauerſtoff desjenigen Beſtandtheils, der davon am wenigſten enthält, in der Sauerſtoffmenge jeder der übrigen Beſtandtheile nach einer ganzen Zahl enthalten.

Berzelius nennt ſäuerliche oder ſaure Salze, und umgekehrt baſiſche Salze ſolche, welche des Sauerſtoffs in der Säure, bezogen auf den in der Baſis, verhältnißmäßig mehr, und umgekehrt weniger, als das Neutralſalz enthalten. Der Sauerſtoff der Säure kann in den baſiſchen Salzen ſowohl ein Submultiplum als ein Multiplum nach einer ganzen Zahl von dem der Baſis ſeyn. Die Menge von Baſis, welche eine gegebene Menge von Säure in einem baſiſchen Salze ſättigt, kann von der Baſismenge des neutralen Salzes derſelben Art ein Multiplum nur nach einer ſolchen Zahl ſeyn, durch welche zugleich der Sauerſtoff der Säure von dem der Baſis ein Submultiplum oder ein Multiplum nach einer ganzen Zahl wird.

Doppelſalze ſind nach Berzelius immer aus zwei neutralen Verbindungen zuſammengeſetzt, welche man in den meiſten Fällen durch Miſchung der Auflöſungen und gemeinſchaftliches Cryſtalliſiren dieſer beiden Verbindungen hervorbringen kann. Dieſe Doppelſalze können von zweierlei Gattung ſeyn: ſie ſind entweder aus einer Säure und zwei Baſen, oder, wie es ſehr ſelten iſt, aus 2 Säuren und einer Baſis zuſammengeſetzt. Da es bekannt iſt, daß die ſauren Salze die doppelte Menge von Säure der neutralen enthalten, und da man ein Doppelſalz erhält, wenn man dieſe Säure mit einer zweiten Baſis ſättiget, ſo muß die nun hinzukommende Baſis die nämliche Menge Sauerſtoff, als die vorher im Salze geweſene Baſis enthalten.

Wenn zwei Körper, welche wir für einfach halten, ſich in mehreren Verhältniſſen vereinigen können, ſo ſind dieſe Verhältniſſe, wenn die Menge des negativ-elektriſchen

Körpers unverändert bleibt, Multipla nach 1½, 2, 4 u. ſ. f. von dem kleinſten Verhältniſſe, in welchem der poſitiv-elektriſche mit dem negativ-elektriſchen verbunden ſeyn kann (dieſes Geſetz drückt Gilbert auf folgende Art deutlicher aus. Geſetzt, es können ſich von zwei für uns chemiſch einfachen Körpern, mit einerlei Menge eines elektriſch-negativen Körpers, verſchiedene Mengen eines elektriſch poſitiven Körpers vereinigen, ſo ſtehen dieſe letztern zu einander in den Verhältniſſen von 1 : 1½ : 2 : 4 ꝛc. ꝛc., oder ſo ſind dieſe letztern Vielfache nach 1½, 2, 4, ꝛc. von der kleinſten Menge, indem der zweite Körper mit dem erſtern verbunden ſeyn kann). Es deuten aber mehrere Erſcheinungen darauf, daß das Multiplum noch 1½ nur ſcheinbar iſt, und daraus folgt, daß die Verbindung, nach welcher es als Multiplum berechnet worden, nicht das wahre Minimum der Verbindung darſtellt, ſondern daß andere niedrigere Verhältniſſe vorhanden ſind, nach welchen es ein Multiplum nach 6, 12, 18 ꝛc. ſeyn kann. Die Verhältniſſe, welche man in zuſammengeſetzten Körpern zwiſchen den Beſtandtheilen antrifft, ſind alle mit dieſem für die einfachern Verbindungen geltenden Geſetze übereinſtimmend, z. B. das Verhalten des Schwefels zum Eiſen in den ſchwefelſauren Eiſenſalzen.

Wenn ſich zwei oxydirte Körper vereinigen, ſo läßt ſich das Verhältniß unter ihnen am leichteſten nach dem Sauerſtoffe beſtimmen, indem der Sauerſtoff des einen dem des andern entweder gleich, oder davon ein Multiplum nach einer ganzen Zahl iſt. Zu dieſen Verbindungen gehören a) Salze. In den neutralen Salzen iſt der Sauerſtoff der Säure von dem der Baſis ein Multiplum nach 2, 3 bis 8. In den ſauern Salzen iſt der Sauerſtoff der Säure zuweilen ein Multiplum von dem der Baſis, zuweilen demſelben in Menge gleich, und nicht ſelten auch ein Submultiplum deſſelben nach einer ganzen Zahl. b) Hydrate von Verbindungen des Waſſers α) mit Säuren. Hier verhält ſich das Waſſer wie eine Baſis; die Säure nimmt davon zur Sättigung eine Menge auf, welche genau ſo viel Sauerſtoff als eine Salzbaſis enthält, von der dieſe Menge Säuren geſättigt wird. Dieſes Waſſer iſt von dem in den cryſtalliſirenden Säuren verſchieden. β) Mit Salzbaſen. Hier ſpielt das Waſſer die Rolle einer Säure, enthält aber nur gleiche Theile Sauerſtoff mit der Baſis, oder iſt zuweilen ein Submultiplum von Sauerſtoff der Baſis. Das Cryſtallwaſſer in einigen cryſtalliſirten Hydraten iſt ganz von dem mit der Baſis, in der Stelle einer Säure verbunden, verſchieden. c) Hieher gehören auch die Verbindungen von Alkalien, Erden und Metalloxyden, je zwei mit einander, weil ſich immer eines als Säure, das andere als Baſis betrachten läßt, und die Verbindungen von zwei Säuren z. B. Fluß- und Boraxſäure.

Wenn ſich drei oder mehrere oxydirte Körper mit einander vereinigen, ſo iſt der Sauerſtoff desjenigen Körpers, der davon am wenigſten enthält, ein gemeinſchaftlicher Diviſor für die Sauerſtoffgehalte der übrigen (oder vielmehr ein aliquoter Theil derſelben)

Digitized by Google

welche alſo von dieſer geringſten Menge Multipla nach ganzen Zahlen ſind. Hieher gehören: a) Cryſtallwaſſer enthaltende Salze. In den Neutralſalzen enthält das Cryſtallwaſſer 1, 2, 3, 4, 5 ꝛc., ſeltner nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$mal ſo viel Sauerſtoff als die Baſis. In baſiſchen Salzen, in welchen der Sauerſtoff der Säure ein Submultiplum von dem der Baſis iſt, enthält das Cryſtallwaſſer den Sauerſtoff in einem ſolchen Verhältniſſe, daß er ein Multiplum ſowohl von dem Sauerſtoff der Baſis, als von dem der Säure ausmacht. b) Doppelſalze. Beiſpiele von ſolchen, worin der Sauerſtoff der einen Baſis dem der andern gleich, oder davon ein Multiplum nach einer ganzen Zahl iſt, geben erſtens die Doppelſalze aus Ammoniak und Magneſia, letzteres der Alaun. Wenn ein ſolches Salz zugleich Cryſtallwaſſer enthält, ſo iſt es eine Verbindung von vier oxydirten Körpern, von dem Waſſer, der Säure und den zwei Baſen. Der Sauerſtoff desjenigen Beſtandtheils, welcher am wenigſten davon enthält, iſt ein gemeinſchaftlicher Diviſor nach einer ganzen Zahl der Sauerſtoffgehalte der übrigen. c) Zuſammenſetzungen aus mehreren Alkalien, Erden und Metalloxyden, wozu die cryſtalliſirten Mineralien gehören.

Wenn ſich, ſagt ferner Berzelius, mehrere verbrennliche Körper, die für uns einfach ſind, mit einander vereinigen, ſo werden die Proportionen, nach welchen dieſe Verbindungen möglich ſind, durch die Capacität dieſer Körper für Sauerſtoff beſtimmt, indem die Verbindungen ſo vor ſich gehen, daß, wenn man ſie bis zu einem gewiſſen Grade oxydirt, der Sauerſtoff, welchen der eine aufnimmt, ein Multiplum nach 1, 2, 3 ꝛc. von dem iſt, welcher von dem andern gebunden wird. So z. B. verbinden ſich Schwefel, Phosphor und Arſenik mit den Metallen nach einem ſolchen Verhältniſſe, daß daraus durch Oxydirung ein Salz entſteht, oder wenigſtens möglich iſt. Das nämliche gilt auch für andere Legirungen, welche durch eine chemiſche Erſcheinung, z. B. die Cryſtalliſation, die Hitze u. ſ. w., von den zuſammengeſchmolzenen Miſchungen abgeſondert werden.

Die Verbindungen einiger brennbarer Körper mit Oxyden (z. B. des Schwefels, des Schwefelwaſſerſtoffs, des Boraciums, des Tellurwaſſerſtoffs mit Alkalien und alkaliſchen Erden, gehorchen dem nämlichen Geſetze, als ob ſie mit dem metalliſchen Radical der Alkalien oder Erden ohne Sauerſtoff verbunden würden, oder als ob ſie mit Sauerſtoff vereinigt, als Säuren und Oxyde mit dem Alkali oder der Erde ſelbſt in Verbindung träten.

Wenn Waſſer mit einem Gas geſättigt iſt, und man ſchüttelt es mit einem andern, das zu dieſer Affinität hat, z. B. Oxygengas und Salpeterſauergas, ſo wird vom zweiten ſo viel abſorbiret werden, als zur Sättigung des andern und zur vollkommenen Imprägnirung des reinen Waſſers nöthig iſt; *) wie Dalton zeigt.

*) Bibliotheque britannique 1806. T. XXXII.

Gay-Luſſac ſtellt das Geſetz auf, daß in allen Fällen, in welchen ſich Gasarten vereinigen, dieſes ſtets in einfachen Verhältniſſen des Volumens, 1 zu 1, oder 1 zu 2, oder 1 zu 3 geſchehe, und daß die Verdichtung, wofern eine ſtatt findet, in einem einfachen Verhältniſſe ſtehe. Er behauptet ferners (jedoch noch nicht mit voller Ueberzeugung *), die acidifiante Eigenſchaft des Sauerſtoffs wird neutraliſirt durch ein doppeltes Volum des alkaliſianten Körpers; ferners ſind Stickſtoff, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff, gleich ſtark alkaliſiant; ferners die Verbindungen von gleichen Volumen Sauerſtoff und alkaliſianten Körpern, gibt allemal eine Säure, wenn die Condenſation der Elemente, die Hälfte ihres ganzen Raumes beträgt. Zwei Volumina Ammoniakgas fordern zur Sättigung durch mehrere bekannte Säuren gerade ſo viel, daß das Volum des Radicals = 1 iſt; es ſcheint demnach, daß die Sättigungscapacität einer Säure vorzüglich von ihrem Radical abhängt. Gay-Luſſac behauptet ferners: So oft eine neutrale Verbindung (z. B. aus vier Beſtandtheilen) in zwei Verbindungen ſich trennt, deren eine neutral iſt, ſo iſt auch die andere neutral. Eine Verbindung, aus neutraler Verbindung mit ſauerprädominirender oder alkaliſchprädominirender oder neutraler Verbindung, wird ſelbſt ſauerprädominirend oder alkaliſchprädominirend oder neutral ſeyn (daher iſt Waſſer ein ſolches Auflöſungsmittel) das die charakteriſtiſchen Eigenſchaften des Aufgelöſten nicht ändert).

Eine Verbindung aus alkaliſianter und acidifianter Subſtanz ſtrebt um ſo weniger nach Verbindung mit einer Säure, je mehr (durch erhöhtes Verhältniß der acidifianten zur alkaliſianten Subſtanz) die Alkalität zur Neutralität und dieſe der Acidität ſich nähert (daher nimmt die Affinität eines Oxydes zu einer Säure ab, wie der Oxydationsgrad wächſt). Daſſelbe gilt von der Affinität gegen Alkalien bei abnehmender Acidität.

§. 169. In den Nachträgen zu dieſer Schrift ſollen die im vorhergehenden angeführten aus Verſuchen bekannten ſtöchiometriſchen Geſetze, aus meinen weiter oben angeſetzten Gleichungen entwickelt werden, welche auf den Anſichten der chemiſchen Harmonie beruhen. Ich begnüge mich hier bloß ein Beiſpiel einer ſolchen Entwicklung anzuführen; und wähle hiezu das Geſetz zwiſchen Oxygen und oxydirbaren Baſen, welches Berzelius aus einer großen Menge von chemiſchen Analyſen aufgeſtellt hat. M.

Setzen wir, es beſtehe bei der chemiſchen Wechſelwirkung zwiſchen Oxygen und Baſis, ein Geſetz für die Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action, welches von der Art iſt, daß die Gleichungen II. IV. folgendermaßen lauten:

$$\text{VIII.)} \begin{cases} M'C' + m'c' = M'V' + m'v' \\ M'C' + m'c' = M'V' \left(1 + 2\, C'c' \right); \end{cases}$$

ſo erhält man für die Gleichung VII. folgende:

*) Gilb. Annal. und Schweiggers Journal 1815.

IX) $m' = M' . 2C' . c' . N'$.

Hieraus läßt sich aber das erwähnte Gesetz des Berzelius ableiten.

Setzen wir nämlich, es bestehe chemische Harmonie, folglich chemische Verbindung zwischen Oxygen und Basis, in allen jenen Fällen, wo N' ein leicht aufzufassendes Verhältniß ausdrückt; wo daher N' entweder = 1, oder = 2, oder = 3, oder = 4, u. s. w. ist; so erhalten wir die Massentheile $m, m_2, m_3, m_4 \ldots\ldots$ des Oxygens, welche sich mit mit dem ein für allemal angenommenen Massentheile M' der Basis verbinden, folgendermaßen ausgedrückt:

$m = M' . 2C' . c'$, | $m_2 = M' . 2 C' . c' . 2$,

$m_3 = M' . 2C' . c' . 3$, | $m_4 = M' . 2 C' . c' . 4$,

u. s. w.

Es verbindet sich aber der Massenantheil M' der Basis mit folgenden Massenantheilen des Oxygens: m oder 2m, oder 3m, oder 4m, u. s. w. Man kann aber auch sagen, es verbinde sich der Massenantheil $\frac{M'}{2}$ mit folgenden Massenantheilen: $\frac{m}{2}$ oder $\frac{2m}{2}$ oder $\frac{3m}{2}$, oder $\frac{4m}{2}$ oder — —, also mit den Massenantheilen: $\frac{m}{2}$ oder m, oder $1\frac{1}{2}m$, oder 2m, oder — —.

Berzelius fand im Allgemeinen, daß ein bestimmter Massenantheil Basis, sich mit folgenden Massenantheilen Oxygens verbinde: m, $1\frac{1}{2}m$, 2m. Daß er überhaupt genommen, auf keine Verbindung kam, mit $\frac{m}{2}$ noch mit $\frac{5m}{2}$, $\frac{6m}{2}$, u. s. w. läßt sich folgendermaßen erklären: Wenn der Massenantheil $\frac{m}{2}$, des Oxygens mit dem Massenantheile $\frac{M'}{2}$, in chemische Wechselwirkung tritt, so sollte zwar, bloß dem Verhältnisse der Massen gemäß, nach der Umstimmung der Typen, Harmonie unter den chemischen Actionen bestehen; allein, in diesem Falle geht die Umstimmung der Typen nur sehr unvollkommen vor sich, da der allzugeringe Antheil des Oxygens auf die Masse $\frac{M'}{2}$ nicht gehörig einwirken kann, und daher die Nebenwiderstände (als vorzüglich die Cohäsion) nicht zu wältigen vermag. Aehnliche Betrachtungen finden statt, wenn $\frac{5m}{2}$ oder ein größerer Massenantheil

des Oxygens mit $\frac{M'}{2}$ in chemische Wechselwirkung tritt. Wenn der Massenantheil $\frac{sm}{2}$ des Oxygens mit dem Massenantheile $\frac{M'}{2}$, in chemische Wechselwirkung tritt, so sollte zwar, bloß dem Verhältnisse der Massen gemäß, nach der Umstimmung der Typen, Harmonie unter den chemischen Actionen bestehen; allein, in diesem Falle geht die Umstimmung der Typen nur sehr unvollkommen vor sich, da die allzugeringe Masse $\frac{M'}{2}$ der Basis auf die Masse $\frac{sm}{2}$ nicht gehörig einwirken kann, und daher die Nebenwiderstände (als vorzüglich die Cohäsion) nicht zu wältigen vermag *).

Unsern Ansichten gemäß, ist bei allen Protoxyden, $N'=2$, eben so bei allen Deutoxyden $N'=3$, u. s. w. Dieß gibt ein bequemes Mittel, um die Rangordnung der oxydirten Basen aufzustellen, und zwar nach den Graden $C', C'', C''' \ldots\ldots\ldots$, auf welche der Typus zur chemischen Action in denselben geweckt ist. Ist uns nämlich aus Versuchen bekannt, daß der Massenantheil m' an Oxygen, mit den Basen $b', b'', b''' \ldots$. Protoxyde bildet, unter den Massentheilen $M', M'', M''' \ldots\ldots$ der Basen, so ist

(Gleichung IX) $C' = \frac{m'}{4M'c'}, C'' = \frac{m'}{4M''c'}$,

u. s. w., oder wenn man C' als Einheit annimmt,

$C' = 1, C'' = \frac{M'}{M''}, C''' = \frac{M'}{M'''}, C'''' = \frac{M'}{M''''}$

u. s. w.

Man kann auch den Grad c', auf welchen der Typus zur chemischen Action im Oxygen geweckt ist, als Einheit annehmen, und durch denselben die Grade $C', C'', C''' \ldots$ ausdrücken, auf welche der Typus zur chemischen Action in den Basen $b', b'', b''', \ldots\ldots$ geweckt ist. Dann erhält man:

$C' = \frac{m'}{4M'}, C'' = \frac{m'}{4M''}, C''' = \frac{m'}{4M'''}, —$

*) Es ist überhaupt in der angewandten Naturlehre nicht selten, auf Erscheinungen zu gelangen, bei denen nur innerhalb gewisser Gränzen, ein bestimmtes Gesetz hervortritt. Merkwürdig ist in dieser Hinsicht das für die angewandte Mechanik so wichtige Gesetz, das Coulomb über die Friction, durch häufige und sehr im Großen angestellte Versuche, gefunden hat. Hier wächst der Widerstand dem Drucke auf die reibende Fläche proportional, jedoch nur dann, wenn der Druck einen beträchtlichen Werth hat; da hingegen bei allen Versuchen im Kleinen, wo nur sehr unbeträchtliche Drucke in Rechnung kamen, gar kein Gesetz von Coulomb gefunden werden konnte.

b. Chemismus am Anorganischen.

§. 170. Alkalien und Erden sind als oxydirte Metalle zu betrachten, wie dieß aus H. Davy's Entdeckung hervorgeht.

Dieser Gegenstand findet sich vorzüglich auseinander gesetzt in H. Davy's Elementen des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Er schließt sich an folgende Begriffe an: Wird Potassium bei niedriger Temperatur verbrannt, so erhält man eine Verbindung von Potassium mit Sauerstoff im Maximo. Das Gas, welches beim Aufbrausen dieses Körpers mit Wasser entweicht, ist Sauerstoffgas. Wird diese Substanz geschmolzen mit brennbaren Körpern in Berührung gebracht, so brennen sie mit großer Lebhaftigkeit. Erhitzt man sie in kohlensaurem Gas, so wird Sauerstoffgas ausgetrieben, und sie wird in eine Substanz, welche nicht völlig mit Kohlensäure gesättigtes Kali ist, verwandelt.

Erhitzt man sie sehr stark auf Platin, so wird aus ihr Sauerstoffgas ausgetrieben und es bleibe eine schwer schmelzbare Substanz von grauer Farbe zurück, welche einen glasigen Bruch hat, und sich im Wasser ohne Aufbrausen, allein mit Entwickelung vieler Wärme auflöst, und die Flüssigkeit alkalisch macht. Diese Substanz ist reines Kali oder Potassa, welche, mit Wasser zu Potassa-Hydrat verbunden, das gewöhnliche ätzende Kali gibt. Das sogenannte salzsaure Kali erklärt Davy als Potassane (Verbindung aus Potassium mit Chlorine). Sodium ist rücksichtlich des Natrons das, was Potassium rücksichtlich des Kali ist. Kochsalz ist nach Davy Sodane (Sodium mit Chlorine). Baryterde ist nach Davy Barane (Barium mit Chlorine). Strontian, Kalcium u. s. w. sind Ausdrücke, die sich aus dem eben Gesagten erklären lassen. Salzsaure Kalkerde ist nach Davy Calcane (Calcium mit Chlorine). Magnesium, Alumium, Glicinium, Circonium, Cilicium, Yotrium, Manganesium und die übrigen bedürfen keiner weitern Erklärung.

§. 171. Soll ein Metall in einer Säure aufgelöst werden, so muß es vorläufig oxydirt werden.

Eben so geht ein Metall allein oder mit Erden nur nach vorläufiger Oxydation in Verglasung über.

Sollen zwei oder mehrere Metalle eine Legirung unter einander eingehen, so müssen sie sich alle im reguliniſchen Zustande befinden.

c. Chemismus am Organischen *).

§. 172. Aus den Analysen von Gay Lussac und Thenard, animalischer und vegetabilischer Körper folgen folgende Gesetze; 1) Alle Pflanzenkörper, in welchen der Sauer-

*) Wichtig sind in dieser Hinsicht Johns chemische Tabellen des Pflanzen- und Thierreichs.

ſtoff im Verhältniſſe zum Waſſerſtoff mehr als im Waſſer vorhanden iſt, ſind Säuren. 2) Alle Pflanzenkörper, in welchen der Sauerſtoff im Verhältniſſe zum Waſſerſtoff weniger, als im Waſſer vorhanden iſt, ſind harziger oder öhliger, oder alkoholiſcher Natur; 3) alle Pflanzenkörper, welche Sauerſtoff und Waſſerſtoff genau in eben dem Verhältniß enthalten, worin ſie im Waſſer vorhanden ſind, ſind weder ſaurer noch harziger Natur, ſondern gehören zu der Klaſſe des Zuckers, Gummis, der Stärke, des Milchzuckers, der Holzfaſer *).

§. 173. Beim Keimen wird Stärke in Zucker umgewandelt, hiebei (aus der Atmoſphäre) Sauerſtoff zum Theil abſorbirt, zum Theil mit Kohlenſtoff zu Kohlenſäure verbunden.

§. 174. Hier folgen die wichtigſten Reſultate, welche Rumford über die Beſtandtheile des Holzes und der Kohle erhalten hat **).

1 Pfund gewöhnlich trocknes Lindenholz, erhitzt vom Eis bis zum Siedepunkte, gibt 34 Pfund Waſſer; künſtlich getrocknetes 39 Pfund; dieſelben Zahlen ſind beim Buchenholz 34 und 36; beim Rüſternholz 30 und 34; beim Eichenholz 25 und 29: beim Fichtenholze 30 und 37; beim Pappelholze 34 und 37. Das Holz wurde in gläſernen verſchloſſenen Gefäßen verkohlt, und zwar ſo lange, bis es vom Gewichte nicht mehr abnahm. 100 Gewichttheile völlig trocknes Holz, von was immer für einer Gattung, geben 43,3 Theile völlig trockne Kohle. Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Kohle iſt jener des völlig trockenen Holzes faſt gleich. Rumford hält die Kohle als das Gerippe, und das, was das trockene Holz durchs Verkohlen verliert, fürs vegetabiliſche Fleiſch deſſelben. Gewöhnliches trockenes Eichenholz enthält in 100 Theilen, 52,68 Theile Kohle, 1 Pf. Birkenholz, das 2 Jahre gelegen hatte, entwickelte eine Wärme, die 32 Pf. Waſſer vom Eis- bis zum Siedpunkte erhitzte; an der Luft getrocknete Hobelſpäne 34; auf einem Ofen ſtark getrocknete 38 und durch die Hitze ſchon braun gewordene 31. Zieht man das im Holze enthaltene Waſſer vom Holzgewichte ab, ſo erhält man durchgehends daſſelbe Reſultat.

*) Gilb. Annal. 1811. 4.
**) Gilb. Annal. 1813. 9.

Vierter Abschnitt.

Combinationismus.

§. 175. Der Combinationismus der Natur äußert sich dadurch, daß wir in vielen Fällen durch ein Zusammentreten mehrerer von einander qualitativ verschieden erscheinender Substanzen, eine oder mehrere Substanzen erhalten, woran wir Eigenschaften wahrnehmen, welche von jenen etwas abweichen, die wir an den ursprünglich getrennten Substanzen bemerken konnten, jedoch immer nur so, daß in diesen veränderten Eigenschaften, immer nur die Combination der ursprünglichen Eigenschaften hervorleuchtet.

Nach meinen Ansichten von der Umstimmung der Typen folgt, daß in der Ausübung des Combinationismus höchstens ein inniges Durchdringen der verschiedenen Substanzen wechselseitig gegen einander statt finde, daß aber nie jene Wechselwirkung unter ihnen eintrete, wodurch eine Umstimmung der Typen in diesen Substanzen hervorgebracht würde. Da hingegen in der Ausübung des Chemismus, nicht blos ein inniges wechselseitiges Durchdringen, sondern eine solche wechselseitige Einwirkung der Substanzen auf einander vor sich geht, daß in denselben die Typen zur sinnlichen Darstellung umstimmt werden. Im ersten Falle erscheint daher die Combination der unveränderten ursprünglichen Typen der getrennten Substanzen; im zweiten Falle hingegen erscheint die Combination der umstimmten Typen, folglich ein Typus, in welchem sich die ursprünglichen Typen der getrennten Substanzen gar nicht mehr erkennen lassen.

In der That wird nach dieser Erklärung das Phänomen der Combination von jenen der chemischen Verbindung schneidend abgesondert; die Gränzen dieser zwei sehr verschiedenen Actionen der Natur werden hier mit wissenschaftlicher Präcision bestimmt, welches von der gewöhnlichen Weise, das Wesen der chemischen Verbindung zu betrachten, nicht behauptet werden kann. Es läßt sich überhaupt nicht begreifen, wie, selbst aus der innigsten Verbindung verschiedenartiger Stoffe, eine Substanz entstehen soll, die von den in die Verbindung tretenden Stoffen gänzlich verschieden wäre.

Daß die chemische Verbindung sich nicht bloß durch eine innigere Verbindung von einem mechanischen Gemenge unterscheide, folgt schon daraus, daß die Verbindung zu einem bloß mechanischen Gemenge sich durch jenen Streit, jene innere Revolution in der ganzen Masse nicht äußert, wie die Verbindung zu einem chemischen Gemische. Läßt man z. B. Wasserstoffgas und Sauerstoffgas unter einerlei Recipienten zusammen kommen, so werden sich diese beiden Gasarten sehr innig durchdringen, so, daß man auf keine Weise einen Theil des einen oder des andern Gases aus dem Gemenge für sich auszuheben vermöchte; allein während dieser wechselseitigen Durchdringung, dieser in-

nigen mechanischen Mengung bemerkt man nicht das Allergeringste von einer in der Masse vorgehenden Revolution, und diese ganze Masse trägt das Gepräge der ursprünglichen Gasarten, die hier einander wechselseitig durchdrungen haben, mit sich. Nicht so am Wasser, welches sich aus dieser Masse bildet, wenn statt des bloßen Combinationismus, der Chemismus sich thätig äußert. Hier kommen Erscheinungen von Wärme, Licht, Elektrizität hervor, woraus man schon auf eine wechselseitige Umstimmung der Typen zur chemischen Action schließen muß. Auch ist das Resultat dieser innern Umwandlung an dem hieraus entstehenden Wasser sehr deutlich wahrzunehmen; da dieses so sehr von den ursprünglichen Gasarten verschieden ist, daß man gar nie vermuthen sollte, als könne Wasser aus denselben entstehen.

Ein auffallendes Beispiel des Combinationismus ist unter andern Folgendes: Wenn Salpeter und Kochsalz in mehreren ungleichen Proportionen vermischt und zusammengeschmolzen werden, so erhält man Massen von sehr verschiedenem Aussehen. Der nur mit ein Paar Procent Kochsalz vermischte Salpeter, hat des Salpeters strahligen Bruch, welcher allmählig abnimmt, und bald nicht mehr sichtlich bleibt, wie des Kochsalzes Quantität zunimmt, womit zugleich schwerere Schmelzbarkeit und Härte der Masse wächst; bey einem großen Antheile von Kochsalz ist die Crystallisation der erwähnten Masse der Crystallisation des Kochsalzes ähnlich. Hier zeigt sich, wie bei einer bloß mechanischen Vermischung, bei der bloßen Aeußerung des Combinationismus, allemal die Action des einen oder des andern Typus hervorleuchtet, welches darum statt finden muß, da an den einzelnen Typen keine Umstimmung vor sich gegangen ist. Bei chemischen Verbindungen hingegen, nämlich in jenen Fällen, wo sich der Chemismus äußert, ist eine Umstimmung der Typen vor sich gegangen, und die chemische Verbindung bezieht sich auf den Accord zweier umstimmter Typen, daher in diesem Accorde keiner der ursprünglichen Typen mehr erkannt werden kann.

§. 176. Die Erscheinungen des Combinationismus beziehen sich vorzüglich auf die mancherlei Gasgemische, auf den Antheil der in den Gasarten enthaltenen Dämpfe, in so ferne diese mit den Gasarten nicht chemisch verbunden sind, und daher aufs Hygrometer sich wirksam äußern; ferner auf das Verschlucken der Gasarten durch tropfbare Flüssigkeiten, in so ferne keine chemischen Verbindungen hier statt finden, und folglich die verschluckten Gasarten sehr leicht von der Flüssigkeit wieder getrennt werden können. Ferner auf das in den Crystallen mechanisch eingeschlossene Wasser, welches von dem eigentlichen Crystallisationswasser wohl unterschieden werden muß, da dieses chemisch mit den Crystallen verbunden ist. Ueber die ersten drey Gegenstände hat uns vorzüglich Dalton, über die letztern vorzüglich Berzelius belehrt.

§. 177. Nach Alexander v. Humboldt's Beobachtungen in den verschiedensten Stand-

Digitized by Google

punkten unſerer Atmoſphäre, ſowohl rückſichtlich der geographiſchen Länge und Breite, als rückſichtlich der verſchiedenen Höhen über dem Meeresniveau, iſt die atmoſphäriſche Luft aus 0,210 Sauerſtoffgas und 0,787 Stickſtoffgas zuſammengeſetzt, und enthält ſelten mehr als 0,003 Kohlenſaures Gas *).

Humboldt behauptet ferners, daß das Sauſſur'ſche Hygrometer nur einen Grad fällt, wenn man ſich um 45 Toiſen erhebt. Bei ſeinen Beobachtungen beſtand eine Temperatur von 25, 3° Cent.; der Barometerſtand ſoll hier keinen Einfluß haben. Das dabei gebrauchte Hygrometer ſtand auf 0° in einer durch ſalzſauren Kalk möglichſt ausgetrockneten Luft, und auf 100° im Waſſer.

§. 178. Dalton in Mancheſter **) hat aus ſeinen Verſuchen über Gasgemiſche und Gemiſche von Gaſen und Dämpfen folgende Theorie aufgeſtellt: Wenn zwei elaſtiſche Flüſſigkeiten A und B mit einander vermiſcht ſind, ſo beſteht unter den Theilchen von A und B keine Zurückſtoßung, ſondern bloß unter den homogenen; der Druck, den alſo was immer für eines dieſer Theilchen für ſich betrachtet, erleidet, rührt ausſchließlich von der Wirkung her, die es von den Theilchen derſelben Art, von welcher es iſt, erleidet. Waſſerdämpfe, die in trockene Luft von der Temperatur der Dämpfe gebracht werden, vermehren die Elaſticität der Luft um ihre Elaſticität im luftleeren Raume. In der atmoſphäriſchen Luft, welche als ein mechaniſches Gemenge aus Sauerſtoffgas, Stickſtoffgas, kohlenſauren Gaſe und aus Waſſerdämpfen, betrachtet werden muß, behauptet jede dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeiten ihr eigenes Geſetz der abnehmenden Elaſticität, wie man ſich allmählig über dem Meeresniveau erhebt; dieſes unabhängige Verhalten dieſer elaſtiſchen Flüſſigkeiten, beſteht eben ſo, als ob ſie von einander gänzlich getrennt wären.

Dagegen ſind mehrere Einwürfe gemacht worden:

Tralles beweiſt, daß, wenn nach Daltons Theorie die Stickſtoffatmoſphäre wirklich eine ganz andere progreſſive Abnahme in ihren Dichtigkeiten hätte, als die Sauerſtoffatmoſphäre, es unmöglich ſeyn würde, daß in den bereits erwähnten Höhen die eudiometriſche Conſtitution des atmoſphäriſchen Gemenges auch die völlige Gleichförmigkeit zeigen könnte, die man doch gefunden hat. Gegen dieſen Einwurf hat Dalton ſeine Theorie noch nicht geſichert.

Ferner wirft Berthollet Dalton ein: Giebt es in der ganzen Phyſik irgend eine Analogie für die Daltonſche Annahme? iſt es denkbar, daß eine elaſtiſche Subſtanz zu dem Volum einer andern hinzukomme, ohne auf ſie durch Expanſivkraft zu wirken? Dalton führt dagegen die Magnete an, die auf einander durch Expanſivkräfte, auf andere

*) Voyage de Humboldt et Bonpland. 1 Vol.

**) Bibliotheque Britannique 1802. Gilberts Annalen 1812.

Körper aber nur als unelaſtiſche Subſtanzen wirken. Ferner ſagt Bertholet: die Kraft, welche unter gewiſſen Umſtänden Waſſerſtoffgas und Sauerſtoffgas zu Waſſer; dann Stickgas und Sauerſtoffgas zu Salpeterſäure vereint, entſteht doch nicht erſt in dem Momente, wo die Wirkung erfolgt; ſie war ſchon früher vorhanden, und wuchs allmählig bis ſie überwiegend wurde.

Des Engländers Gough Einwendung iſt folgende: Wenn die Atmoſphäre aus zwei mechaniſch gemengten aber dynamiſch iſolirten Atmoſphären von Sauerſtoffgas und Stickgas beſtände, ſo müßte jeder entfernte Schall doppelt gehört werden, je nachdem er ſich in jeder verſchiedentlich fortpflanzt. Dalton, erwiedert hierauf: Wenn die Geſchwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls in der Stickgasatmoſphäre 1000 Fuß iſt, ſo iſt ſie in der Sauerſtoffatmoſphäre 930, in dem kohlenſauren Gas 804, in der Waſſerdampfatmoſphäre 1174. Ein Schall aus der Entfernung von 13 engliſchen Meilen gehört, muß daher nach 59 Secunden einen ſchwachen Eindruck aufs Gehör machen, vermittelſt der Waſſerdampfatmoſphäre; dann einen zweiten und zwar den Stärkſten von allen durch die Stickgasatmoſphäre nach 68½"; darauf den dritten durch Sauerſtoffgasatmoſphäre nach 74 Secunden, und endlich einen vierten von allen den ſchwächſten, durch die Atmoſphäre des kohlenſauren Gas. Die Erfahrungen ſtimmen hiemit ziemlich überein.

Thomſon ſtellt mit mehreren andern Chemikern der Daltonſchen Hypotheſe entgegen, daß eine bedeutende Zeit vergehe, ehe zwei in der Berührung ſich ſelbſt überlaſſene heterogene Gasarten ſich mengen, was nicht ſeyn ſollte, wenn eine für die andere, ein leerer Raum wäre. Dieß widerlegt Dalton durch den Widerſtand des Mittels und der ungemein geringen Maſſe der Gas-Molekülen. Fein zertheiltes Blei fällt langſam durch die Luft.

Es muß bemerkt werden, daß Dalton ſpäterhin dieſe ſeine Anſichten in etwas abgeändert hat, und alles aus den ungleichen Größen der letzten Atome erklären will *).

§. 179. Rückſichtlich des Verſchluckens der Gasarten durch tropfbare Flüſſigkeiten zieht Dalton aus ſeinen Verſuchen folgende Schlüſſe **): Waſſer, das in einem Gefäß mit einem engen Hals gekocht wird, oder das, im luftleeren Raum gebracht, und dann geſchüttelt worden iſt, verliert dadurch faſt alles Gas, das es enthält; ſolches luftleer gemachtes Waſſer verſchluckt von was immer für einem Gas, das ſich mit demſelben nicht chemiſch verbinden kann, wenn es nämlich mit dieſem geſchüttelt wird, ein Volum, das durch einen Bruch ausgedrückt wird, der zum Zähler das Volum des Waſſers und zum Nenner den Kubus einer der natürlichen Zahlen 1, 2, 3, 4, enthält. So abſorbirt ein

*) Dalton neues Syſtem der Naturwiſſenſchaft.

**) Bibliotheque Britannique. 1805.

Digitized by Google

Volumtheil Waſſer, an kohlenſaurem Gas, oder oxydirten Stickgaſe ein Volum $= 1 = \frac{1}{1^1}$; ferners an Sauerſtoffgas, Salpetergas, gekohltem Waſſerſtoffgas ein Volum $= \frac{1}{3^3}$; ferners an Stickgas, Waſſerſtoffgas, Kohlenoxydgas ein Volum $= \frac{1}{4^3}$..... Schüttelt man luftleer gemachtes Waſſer mit einem Gemiſch von mehreren Gasarten, z. B. atmoſphäriſche Luft, ſo verbindet es ſich mit jeder Gasart, ſo, wie wenn das andere nicht gegenwärtig wäre; die Volumina der Gasarten müſſen unter demſelben Druck gemeſſen werden.

Wenn Waſſer ſchon mit einer Gasart geſättigt iſt, z. B. mit Waſſerſtoffgas, und man ſchüttelt es mit einem andern gleich ſtark abſorbabeln z. B. mit Stickſtoffgas, ſo wird von erſter ſo viel aus dem Waſſer herausgehen, und vom zweiten ſo viel abſorbirt werden, daß die aliquoten Theile eines jeden im Waſſer genau jenen proportional ſeyn werden, welche außerhalb des Waſſers beſtehen. Iſt aber das zweite Gas mehr oder weniger abſorbabel, ſo wird der Rückſtand ein Gemiſch, nach von Dalton beſtimmten Proportionen ſeyn. Der größte Theil der Flüſſigkeiten, die nicht klebrig ſind, z. B. Säuren, Alkohol, die Schwefelſäure, Salzauflöſungen ꝛc., verſchlucken dieſelbe Menge Gas wie reines Waſſer, wenn ſie zu dem Gas keine Affinität haben. Alle Gasarten, die nur durch Druck in Flüſſigkeiten hineingehen, und ſie verlaſſen, wenn dieſer Druck aufhört, ſind nur mechaniſche Gemiſche mit dieſen Flüſſigkeiten. Das ſo gemiſchte Gas behält im Waſſer ſeine Elaſtizität, ſo wie außerhalb deſſelben; die Flüſſigkeit verhält ſich dann ſo, wie der leere Raum. Jede Gasart iſt durch den Druck derſelben Gasart auf die Oberfläche der Flüſſigkeit, in der Flüſſigkeit enthalten; eine andere Gasart hat hier keinen Einfluß. Wenn Waſſer ein Volum kohlenſaures Gas ....., das ſeinem Volum gleich iſt, abſorbirt hat, ſo übt das Gas auf das Waſſer keinen Druck aus, und drückt auf die Wände des Gefäßes, wie wenn es allein in demſelben enthalten wäre. Wenn Waſſer eine Menge Sauerſtoffgas ....., die ihm zukömmt, nämlich $\frac{1}{27}$ ſeines Volums abſorbirt hat; ſo drückt das äußere Sauerſtoffgas auf die Oberfläche des Waſſers mit $\frac{26}{27}$ ſeiner Kraft, und auf das innere Gas mit $\frac{1}{27}$ ſeiner Kraft, dieſe reagiret auf die Wände des Gefäßes, und nicht aufs Waſſer. Wenn Waſſer kein Gas erhält, ſo muß ſeine Oberfläche den ganzen Druck des Gaſes aushalten, mit dem man es ſchwängern will, bis das Gas zum Theil in der Flüſſigkeit eingedrungen hat.

§. 180. Ueber das in den Cryſtallen mechaniſch eingeſchloſſene Waſſer, gibt Berzelius vorzüglich Folgendes an *): In jedem Cryſtall kann Waſſer auf zweierlei Art vorhanden ſeyn,

*) Gilberts Annalen 1812.

1.) entweder chemiſch gebunden als ein integrirender Beſtandtheil, oder 2.) in den Zwiſchenräumen einer größern zuſammenhängendern Maſſe nur mechaniſch eingeſchloſſen. Aus der letzten Urſache iſt es begreiflich, warum Cryſtalle nie rein oder ohne Antheil dargeſtellt werden können, wenn man ſie noch ſo ſehr abwäſcht, indem man nemlich zu der eingeſchloſſenen Mutterlauge nicht gelangen kann. Das Reinigen der Cryſtalle durch öfteres Auflöſen und Anſchießen gründet ſich darauf, daß das aufs neue anſchießende Salz eine mit immer weniger fremden Stoffen beladene Mutterlauge mechaniſch einſchließt. Große Cryſtalle umſchließen verhältnißmäßig mehr Mutterlauge, als kleine, daher liebt man im Zuckerraffiniren, eben ſo bei der Bereitung des Salpeters mehr die kleinen als die großen Cryſtalle. Trockene kleine Cryſtalle geben durchs Zerreiben trockenes Pulver, hingegen große ein feuchtes. Das mechaniſch eingeſchloſſene Waſſer gehet im Feuer, gewöhnlich zugleich mit dem Cryſtallwaſſer weg, in denjenigen Salzen aber, welche kein Cryſtallwaſſer enthalten, und welche man, ohne ſie vorher zu verkleinern, einer höhern Temperatur ausſetzt, verwandelt es ſich plötzlich in Dampf und ſprengt die Cryſtalle mit heftigem Krachen. Daher das Verkniſtern einiger Salze. Cryſtallwaſſer kann kein Kniſtern hervorbringen, weil es als eine chemiſche Verbindung im Cryſtall vertheilt iſt. Gewöhnlich haben die Chemiker das mechaniſch eingeſchloſſene Waſſer für Cryſtallwaſſer gehalten; daher waren ihre Angaben deſſelben ſo verſchieden, je nachdem ſie große oder kleine Cryſtalle anwandten. Die verkniſternden Salze enthalten nicht nothwendig Cryſtallwaſſer, obgleich das Verkniſtern einen Gehalt an Cryſtallwaſſer keineswegs ausſchließt, weil es Cryſtalle geben kann, die das Cryſtallwaſſer nur bei einer ſehr hohen Temperatur fahren laſſen. So weit aber als unſere jetzige Erfahrung reicht, kommen alle Verbindungen mit Waſſer, welche das Waſſer ſehr ſtark zurückhalten, bei einer nicht ſehr erhöhten Temperatur in Fluß, und das mechaniſch in den Cryſtallen eingeſchloſſene Waſſer geht durchs Kochen fort.

Fünfte Abtheilung.

Imponderabilismus.

§. 181. Der Imponderabilismus der Natur äußert ſich dadurch, daß ſich häufig Erſcheinungen ergeben, wobei das Agens der Erſcheinung nicht als etwas materielles, ponderables, als fähig eingeſchloſſen zu werden, ... ſich darſtellt; und wobei es ſich nicht entſcheiden läßt, ob man auf ein Hinzukommen oder Entweichen eines materiellen Stoffes

Digitized by Google

oder ob man vielmehr nicht bloß auf eine Veränderung des Zuſtandes, auf eine Umſtimmung des Typus zur ſinnlichen Darſtellung ſchließen ſoll.

Die vorzüglichſten hieher gehörigen Erſcheinungen ſind jene der Wärme, des Lichtes, der Wärme und des Lichts gemeinſchaftlich, der Elektrizität, des Galvanismus, des Magnetismus.

§. 182. Humboldt *) nimmt an, daß man unterm Aequator, bis auf eine Erhebung von 2800 Toiſen über dem Meeresniveau, auf jede 100 Toiſen Erhebung, ungefähr 1° Abnahme der Temperatur ſetzen dürfe.

Sauſſure beſtimmt für Europa im Sommer 90 im Winter 111 Toiſen nothwendiger Erhebung über dem Meeresniveau, wenn das Thermometer um einen Grad fallen ſoll.

Unter dem Aequator ſteht das Thermometer am Meere im Durchſchnitte auf 25, 3° Centeſimalſcale.

Wenn man ſich über 2300 Toiſen erhebt, ſo iſt die Wärme für alle Breiten gleich groß, wie aus den gleichzeitigen Beobachtungen Humboldt's auf dem Chimboraſſo und Gay Luſſac's in einem Luftballon über Paris folgt. Hingegen weiſet die um 4 — 5 Minuten unter dem Aequator kleinere Horizontalrefraction auf eine ſchnellere Abnahme der Wärme unter dem Aequator als bei uns.

Ueber eine gewiſſe Meerestiefe hinaus iſt die Temperatur für alle größeren Tiefen conſtant; hiernach ließe ſich vielleicht die eigene Temperatur der Erde für alle geographiſchen Standpunkte beſtimmen **).

§. 183. Am leichteſten laſſen ſich Klimata durch ihre Einwirkung aufs Pflanzenreich beurtheilen. Ein viel einfacheres Maaß, das mit der Vegetation im genaueſten Zuſammenhang ſteht, iſt aber die Temperatur des Bodens, indem ſie ein Mittel zwiſchen der Temperatur der Atmoſphäre und der der Pflanzen iſt. Dieſe Temperatur wird aber aus jener der Quellen gefunden, die ſich durchs ganze Jahr, wenn ihr Waſſer der Oberfläche nicht zunahm und ziemlich ſtark iſt, gleich bleibt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß der April und October gewöhnlich die Mitteltemperatur des Jahres anzeigen, und daß der Juli der wärmſte, der Januar der kälteſte Monath iſt. Dieſe Veränderungen ſcheinen an kleineren Quellen 1½ Monath, an ſtärkern 1¾ Monath ſpäter ſich zu äußern. Aber die Wärme der Atmoſphäre pflegt, da wo ſie die Mittelgrade erreicht, am ſchnellſten ab- und zuzunehmen, in den Extremen ſich aber faſt unverändert einige Zeit zu erhalten. Die Wärme der Quellen dagegen ändert ſich ſchnell in den Extremen, und bleibt lange unver-

*) Voyage d'Alexandre de Humboldt 1807.

**) Kruſenſterns Reiſe um die Welt, auf Befehl des ruſſiſchen Kaiſers.

ändert auf dem Mittel ſtehen; ihre Zu- und Abnahme befolgt einen ſehr regelmäßigen Gang, auf welchen die ſchnellen Veränderungen in der Atmoſphäre wenig oder nicht einwirken.

Wahlenberg *), von dem dieſer Aufſatz über die Temperatur des Bodens iſt, ſagt, daß alle Quellen am kälteſten ſind, am Ende des Frühjahrs, am wärmſten hingegen im Herbſt; doch ſo, daß die unbeſtändigen Quellen zuerſt, ihren höchſten Punkt erreichen am Ende des Auguſt, und wenige Zeit nachdem die Lufttemperatur die höchſte Stufe erreicht hat, die beſtändigen aber im September. Daraus ergibt ſich, daß das Verhalten der Quellen bloß aus einigen wenigen Beobachtungen in dieſen Jahrszeiten erkannt werden kann.

Das Reſultat einer Unterſuchungsreiſe des Herrn Wahlenberg durch Schweden iſt Folgendes: die Erdtemperatur ſteht in Norden überall höher als die mittlere Temperatur der Luft, und wie es ſcheint, ſind die Differenzen beider um ſo größer, je höher man in Norden heraufkömmt, oder je mehr die Winter an Kälte zunehmen. Die Abnahme der Erdtemperatur nach den Breitengraden zeigt folgende Tafel: Berlin, 52, 5° Breite, Erdtemperatur = 9°, 6; Upſala Breite 60°; Erdt. = 6, 5°; Lickſale Breite 64°, 5; Erdtemperatur = 2°.

§. 184. Bei allen chemiſchen Veränderungen findet eine Aenderung der Temperatur ſtatt; und in den meiſten Fällen, wenn gasförmige Körper in tropfbarflüſſige, oder tropfbarflüſſige in feſte verwandelt werden, findet eine Zunahme der Temperatur ſtatt, und umgekehrt.

Hierauf gründet ſich das in der Phyſik angenommene Geſetz der vermehrten und verminderten Wärmecapacität bei Verdünnung und Verdichtung der Körper. Hier aber, wo wir möglichſt alle hypothetiſchen Ausdrücke weglaſſen, in denen ſtillſchweigend eine nicht genugſam gerechtfertigte Annahme liegt (wie jene des Wärmeſtoffs) drücken wir dieß Geſetz folgendermaßen aus: Wenn in einem Körper der Typus zur Contraction eine Richtung nach der negativen Seite hin erhält, d. h. ſich mehr nach dem Typus zur Expanſion hinwendet, ſo geſchieht dieſer Uebergang durch eine Ausübung der Contraction, und umgekehrt; ſo wie ein Körper, der in ſeiner Bewegung nach der poſitiven Seite hin, gehindert wird, und hiedurch ſich mehr nach der negativen Seite hin wendet, bei der Umſtimmung ſeines Typus, eine Action nach der poſitiven Seite hin, an dem ihn aufhaltenden Körper ausübt.

§. 185. Viele Körper übergehen durch ſteigende Erwärmung aus dem feſten in den

*) Gilberts Annalen 1812.

tropfbarflüssigen, und aus diesem in den dunstförmigen Aggregatzustand. So übergeht Eis in Wasser und Wasserdampf; Metall in fließendes Metall und Metalldampf.

Höchst merkwürdig ist hiebei folgendes Gesetz: Wenn ein solcher Körper in seinem Aggregatzustande von Außen erwärmt wird, so äußert er bei fortgesetzter Erwärmung eine allmählig zunehmende Temperatur; und das Wachsen dieser letztern wird beschieunigt, wenn die erwärmende Einwirkung von Außen erhöhet wird. Es tritt aber endlich jener Zustand ein, bei welchem der Körper aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht, welches nicht in der ganzen Masse jählings erfolgt, sondern nur nach und nach in derselben vor sich geht. Zu gleicher Zeit kann man das wundervolle Phänomen bemerken, daß die Temperatur des Körpers auf keine Weise verändert werden kann, so lange nicht die ganze Masse den Zustand der Flüssigkeit erreicht hat; mögen auch die Erwärmungsmittel wie immer erhöht werden. Ist die ganze Masse flüssig geworden, so wächst bei fortgesetzter Erwärmung deren Temperatur auf dieselbe Weise wie zuvor. Es tritt aber wieder der Zustand ein, wo eine bestimmte Temperatur nicht mehr erhöhet werden kann; und dieß zwar dann, wenn das Tropfbarflüssige in das Dunstförmige übergeht. Die constante Temperatur hält hier abermals so lange an, als nicht die ganze Masse in Dunst verwandelt worden. Ist dieß geschehen, so nimmt der Temperaturstand bei fortgesetzter Erwärmung wieder zu u. s. w. Es versteht sich, daß hier durchgehends einerlei Barometerstand während der ganzen Erscheinung angenommen wurde.

Da die Temperatur nichts anders ist, als der Grad der Wärmeaction, die ein Körper gegen einen andern äußert, gegen den er in jene Umstände versetzt ist, woraus eine Wechselwirkung rücksichtlich jener Aktion hervorgehen kann; so dürfen wir die eben dargestellte Erscheinung folgendermaßen auffassen. Im erwärmten Körper ist der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad geweckt; daher er in jenen Körpern, mit denen er in die hiezu erforderliche Wechselwirkung tritt, den Typus zur Wärmeaction, auf eine jenem Grade angemessene Weise, gleichfalls weckt. Nun aber besteht in der Wärmeaction eines Körpers nicht bloß das Vermögen, andere unorganische Körper auszudehnen, oder in andern organischen Körpern gewisse Reize hervorzubringen; sondern es besteht diese Wärmeaction auch noch wesentlich darin, den Aggregatzustand des erwärmten Körpers zu verändern. Die Wärmeaction eines Körpers äußert sich daher zu gleicher Zeit subjectiv und objectiv. Nun besteht aber hier, wie bei vielen andern Actionen der Natur, wohin vor allen andern die vitalen Actionen gerechnet werden müssen, ein ganz eigener Egoismus d. h. eine eigene Vertheilung der Action nach der subjectiven und objectiven Seite hin, mit einer jedesmaligen Ueberwucht nach der subjectiven Seite hin. Dieser Egoismus behauptet bei den verschiedenen Graden der Erwärmung des Körpers ebenfalls seine verschiedenen Grade. Von diesen sind uns zwei Maxima bekannt. Diese Maxima der Sub-

jectivität in der Wärmeaction treten dann ein, wenn der Körper aus dem flüssigen in den dunstförmigen Zustand übergeht. In diesen beiden Fällen wird der Grad der Objectivität = o (versteht sich, daß hier bloß von der Zunahme der Temperatur die Rede ist).

Wir dürfen vielleicht behaupten, daß in allen Actionen der Natur ein Grad von Egoismus, vorherrschender Subjectivität im Angriffspunkte der Action bestehe; die einzige Action der Bewegung unbelebter Massen durch mechanische Kräfte ausgenommen.

Daher kömmt es, daß die Regeln der Mechanik sich dem strengen mathematischen Calcul auf eine bisher so gelungene Weise unterwerfen ließen, welches bei jenen Actionen nicht der Fall ist, wo ein Grad von Selbstbestimmung, ein Analogon von innerm Leben hervortritt. Wie unbestimmt sind daher die Gesetze der Chemie, des Lichtes, der Wärme, der Elektrizität, des Galvanismus u. s. w., und ganz vorzüglich jene der lebenden Natur und des Geistes.

§. 186. Wird an einem Körper der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad gestimmt, so äußert sich die Wärmeaction zugleich objectiv und subjectiv. Die objective Aeußerung der Wärmeaction besteht in Folgendem: Das Anorgische bewirkt an dem dasselbe umgebenden Anorgischen, eine bestimmte Zunahme des Volums; hingegen an dem dasselbe umgebenden Organischen und Lebenden, einen eigenen erhöhten Reiz (Empfindung von Wärme oder Hitze, Brennen). Das Organische und Lebende, äußert die objective Wärmeaction, vorzüglich durch Assimilation der es umgebenden formlosen Lebensmaterie (in heißen Klimaten geht Anneigung und Assimilation schneller und vollkommner vor sich, als in kältern Klimaten); die objective Wärmeaction besteht also hier vorzüglich in einer höhern Stimmung zur Vitalität in der formlosen Lebensmaterie; so wie die objective Wärmeaction am Anorgischen in einer höhern Stimmung des Typus zur räumlichen Action besteht.

Die subjective Wärmeaction bezieht sich am Anorgischen auf Ausdehnung der eigenen Masse, hingegen am Organischen auf schnelle Succession vollkommnerer Lebensbilder, am organischen Körper selbst (im heißen Klima geht die Vegetation schnellec vor sich, alle einzelnen Gebilde sind vollkommner, kurz, der Prozeß der Vitalität erscheint hier, als zu einer höhern Potenz erhoben). Die subjective Wärmeaction äußert sich demnach am Anorgischen durch erhöhte Räumlichkeit an sich selbst, am Organischen durch erhöhte Vitalität an sich selbst.

Die Wärmeaction äußert sich: Am Anorgischen, objectiv durch erhöhte Räumlichkeit der Umgebung, subjectiv durch erhöhte Räumlichkeit seiner selbst; am Organischen objectiv durch erhöhte Vitalität am Umgebenden, subjectiv durch erhöhte Vitalität an sich selbst.

Digitized by Google

Erwägen wir die ſubjective Aeußerung der Wärmeaction am Anorgiſchen und Organiſchen, ſo läßt ſich hierüber folgende Betrachtung anſtellen:

Durch erhöhte ſubjective Wärmeaction am Anorgiſchen, entſteht eine erhöhte Räumlichkeit (der Körper dehnt ſich aus); hingegen hat eine vermehrte ſubjective Wärmeaction am Organiſchen, eine vermehrte Darſtellung von Lebensbildern zur Folge (die Lebensbilder folgen einander ſchneller nach, folglich iſt für eine beſtimmte Dauer die Anzahl von aufeinander gefolgten Lebensbildern beträchtlicher). Dort nimmt aber das Intenſive der Action ab, indem das Extenſive derſelben zunimmt (das ausgedehntere Flüſſige und Dunſtförmige, iſt in ſeiner Form unbeſtimmter, als das Feſte, welches letztere in beſtimmten Cryſtallen anſchießt, und hiedurch in ſeiner räumlichen Action einen Grad von Selbſtbeſtimmung äußert). Hier hingegen (am Organiſchen) nimmt das Extenſive und Intenſive in der vitalen Action zu gleicher Zeit zu (die Succeſſion von Lebensbildern geht nicht bloß raſcher vor ſich, ſondern dieſe Lebensbilder ſind, jedes für ſich betrachtet, im Ganzen und in den einzelnen Theilen vollkommener ausgebildet).

Hier zeigt ſich abermals, wie in unzähligen andern Fällen, der höhere Standpunkt des Organiſchen gegen dem Anorgiſchen betrachtet, und wir finden eine Analogie jener Erſcheinungen auch an den Erſcheinungen des geiſtigen Lebens.

Das mit unvollkommnern Geiſtesfähigkeiten ausgeſtattete Weſen vermag nur einzelne, durch einen engen Geſichtskreis beſchränkte Gegenſtände mit Klarheit zu durchſchauen, und dieſe verliert ſich allmählig, wird wohl endlich zu einem verworrenen Chaos, wie ſich der Gegenſtand der Wahrnehmung extendirt. Nicht ſo am höhern Geiſte; hier gewinnen die Anſichten an Klarheit und Präciſion, wie ſich die Anſicht erweitert; Einſeitigkeit iſt hier ein Hinderniß für den tiefern Blick in das Einzelne; Vielſeitigkeit, weit entfernt, Verworrenheit hervorzubringen, dient hier vielmehr dazu, die Verhältniſſe des Vielfachen zu erwägen, und jedes Einzelne nach allen Seiten zu berückſichtigen; das tiefere Eindringen in das Einzelne bezieht ſich dann nicht bloß auf die Tiefe nach einer Dimenſion, ſondern nach allen Dimenſionen, deren es wahrhaftig mehr als drei gibt, da ſich ja, auch ſelbſt der materiellſte Gegenſtand, in noch hunderterlei Rückſichten betrachten läßt, die ſich nicht auf Geometrie zurückführen laſſen.

§. 187. Wird eine tropfbare Flüſſigkeit, bei einem ein für allemal angenommenen conſtanten Barometerſtande, auf den gehörigen Grad erhitzt, ſo übergeht jene Flüſſigkeit in den dunſtförmigen Zuſtand. So z. B. erhält man bei einem Barometerſtande von 30 engliſchen Zollen, aus einem Kubikfuße Waſſer, 1700 Kubikfuß Waſſerdampf von 100 Grad Reaumur Centeſimalſcale. Wird dieſe dunſtförmige Flüſſigkeit genugſam abgekühlt, ſo erhält man wieder die urſprüngliche Quantität tropfbare Flüſſigkeit; z. B. aus den 1700 Kubikfußen Waſſerdampfes von 100 Graden wird wieder 1 Kubikfuß Waſſer.

Geſetzt nun, es würde dieſe Abkühlung dadurch bewirkt, daß die Dämpfe mit Eis in Berührung kämen, und daß, um die 1700 Kubikfuß Dampfes auf einen Kubikfuß Waſſer zu reduciren, die Quantität a von Eis geſchmolzen werden müßte; ſo beſteht folgendes Geſetz: Die Erwärmungsmittel, wodurch die Quantität a an Eis geſchmolzen wird, ſind dieſelben, wodurch 1 Kubikfuß von 100° Reaumur in 1700 Kubikfuß Waſſerdampf verwandelt wird.

Dieß ſcheint ein unläugbarer Beweis für die von den atomiſtiſchen Phyſikern angenommene Materialität des Wärmeſtoffs zu ſeyn; denn dann iſt es ſehr natürlich, daß die Quantität A an Wärmeſtoff, welche aus den Dämpfen in das Eis tritt, und wobei die 1700 Kubikfuß Dampfes zu Waſſer werden, auch wieder im Stande ſeyn müſſe, wenn ſie in den Kubikfuß Waſſer tritt, denſelben ganz in Waſſerdampf zu verwandeln.

Allein durch die oben erklärte Erſcheinung folgt nur, daß die Annahme des Wärmeſtoffs als Materie, nichts Unſinniges in ſich faſſe; keineswegs aber, daß die Erſcheinungen der Wärme einem materiellen Stoffe zugeſchrieben werden müſſen. Vielmehr mag es weit philoſophiſcher ſeyn, einer Erſcheinung keinen materiellen Stoff unterzulegen, wenn man für das Daſeyn dieſes letzten gar keinen direkten Beweis hat. Wir haben bisher auf keine Weiſe, auch nicht durch die empfindlichſte Waage, das Daſeyn eines materiellen Wärmeſtoffes erweiſen können; wir müſſen daher trachten, die Erſcheinungen der Wärme ohne Annahme eines eigenen Wärmeſtoffs zu erklären.

Noch weniger kann ich es rechtfertigen, wenn man (wie z. B. H. Davy) die Erſcheinungen der Wärme, als Bewegungen in den kleinſten Theilchen erklären will, da doch die Wirkungen der Wärme, mit jener der Bewegung gar nichts gemein haben. Wie laſſen ſich z. B. die ganz eigenthümlichen Reize, die durch erwärmte Körper auf organiſche Körper erfolgen, Reize, die ſich nicht bloß als Gefühl, als Empfindung manifeſtiren, ſondern zugleich auch als ganz eigene Entwicklungs-Vehikeln im vegetativen und animaliſchen Leben; wie laſſen ſich, ſage ich, dieſe wundervollen Erſcheinungen als bloße Modifikationen von Bewegungen erklären?

Mögen wir doch einmal aufhören, die Erſcheinungen der Natur, die im höchſten Grade mannichfaltig ſind, ſammt und ſonders auf eine einzige Erſcheinung zu reduciren, und hiedurch die Natur, die verkörperte Darſtellung des aus der höchſten Fülle der Phantaſie entſproſſenen Gedichtes, auf jene monotonen Erſcheinungen zurück zu führen, welche ihrer Einſylbigkeit wegen, von unſerem beſchränkten Geiſte, am klärſten aufgefaßt werden können, welche aber in dem Geſammtbilde der Natur, bloß die Grundlinien ausmachen, und ohngefähr das ſind, was die perſpektiviſchen Geundlinien in einem Gemälde ſind. Die Perſpektive kann als eine bloß techniſche Fertigkeit erlernt werden, und iſt ein weſentliches Erforderniß des Gemäldes, iſt aber nicht das am Gemälde, was das Genie des Künſtlers verkündigt; und das ſich nicht in Regeln faſſen läßt.

Digitized by Google

Wir wollen demnach die Erscheinungen der der Wärme, weder einem materiellen Wärmestoffe zuschreiben, von welchem wir keine unmittelbare Probe des Daseyns anzuführen haben; noch wollen wir in den Erscheinungen der Wärme, Bewegungen erblicken, da zwischen diesen beiden Erscheinungen eine unendliche Kluft liegt. Wofür wollen wir denn also die Erscheinungen der Wärme ansehen? Ich dächte am Besten und Kürzesten, für das, was sie sind, nämlich als Erscheinungen der Wärme.

Es ist sonderbar, und in der That kann dieß nur Jenen nicht mehr befremden, der durch erzwungene Lehrmethoden, durch Aneignung fixer Schul-Ideen, jene Unbefangenheit des Geistes verloren hat, womit wir, als ächte Kinder der Natur, ohne vorgefaßte Meinung in dieselbe blicken sollten; es kann, sage ich, nur jenen nicht befremden, daß die Erscheinungen der Wärme auf einen materiellen Stoff, oder auf Bewegungen reducirt werden, indeß doch in der Mechanik, dem exactesten Theile der Naturphilosophie, die Bewegung für das, was sie ist, nämlich für einen gewissen Zustand, worin sich ein Körper befindet, betrachtet wird. So wird z. B. nicht gesagt: Wenn sich ein Körper b mit der Geschwindigkeit c bewegt, so muß er sich mit einem Bewegungsstoffe verbunden haben, und aus dieser Verbindung des Körpers mit dem Bewegungsstoffe, äußert der Körper einen gewissen Grad von Bewegung. Auch hat man nie gesagt: Wenn der Körper b, der sich mit der Geschwindigkeit c bewegt, einen gewissen Grad von Bewegung ausübt, so rührt dieß daher, daß die kleinsten Theilchen, durch eine eigene Modification der Beleuchtung, bald an diesem, bald an jenem Orte zu seyn scheinen. Nein! dergleichen Unsinn ist Niemanden eingefallen. Woher mag dieses wohl rühren? Meines Erachtens daher:

Die Bewegung, nämlich die fortgesetzte Veränderung des Standpunktes im Raume, ist für uns, die wir Alles nur durch Raum und Zeit zu fassen vermögen, an sich leicht aufzufassen, und läßt sich mehr als jede andere Erscheinung auf eine leichte Weise dem Calcul unterwerfen. Es war daher kein Grund vorhanden, den Erscheinungen der Bewegung, um sie in bestimmte Regeln zu fassen, andere Erscheinungen zu unterschieben. Ganz anders verhält es sich aber mit den Erscheinungen der Wärme (so wie mit jenen der Elektrizität, des Lichts, der Vitalität u. s. w.); hier vermochten wir bloß, die Gesetze der Erscheinungen zu beobachten, und haben uns ganz außer Stande gesetzt, sie a priori zu deduciren, so lange wir mit kindlicher Unbefangenheit diese Erscheinungen als das betrachten, wie sie sich uns unmittelbar darstellen.

Dieß konnte nun freilich einen Grund abgeben, daß wir wünschen möchten, es möchten alle diese Erscheinungen bloße Modificationen eines eigenen Stoßes, oder Modificationen von Bewegungen seyn. Allein, ist dieser Wunsch auch ein Grund zur Vermuthung, daß die Sache sich auch objectiv, in der Wirklichkeit außerhalb uns selbst so verhalte? Es steht sehr zu befürchten, daß wir einem bloßen Phantome nachjagen, und in

unnützen Grübeleien unſere Zeit verlieren, wenn wir alle Erſcheinungen der Natur auf jene Actionen zurückführen wollen, die wir ihrer Einſeitigkeit willen, vollkommen zu faſſen im Stande ſind. Ich dächte, wir gingen einen ſicherern Weg, wenn wir, ohne vorgefaßte Meinung, die Erſcheinungen für das annehmen wollten, was ſie ſind, wenn wir ſie aus den Händen der Natur in ihrer reinen urſprünglichen Geſtalt betrachten wollten. Alle Verſuche, die Natur aus uns ſelbſt conſtruiren zu wollen, werden wohl ſtets vergeblich ſeyn, und was das Uebelſte iſt, ſo verſäumen wir über dieſem zweckloſen Streben, das wichtige Geſchäft, unſern Geiſt, durch die Natur ſelbſt, zu bilden.

Dieß vorangeſchickt, wollen wir die Erſcheinungen der Wärme eben ſo als die Erſcheinungen der Wärme (und nicht einer andern fingirten Action) betrachten; wie wir in der Mechanik die Bewegung als Bewegung ſelbſt, betrachten. Und in der That folgt aus dieſer Art den Gegenſtand aufzufaſſen, die ſchönſte Analogie in den Reſultaten, die wir da erhalten, wo wir die Bewegung als Bewegung anſehen.

Wenn ein Körper als bewegt erſcheint, ſo iſt in ihm der Typus zur Bewegungsaction auf einen gewiſſen Grad geweckt. Wenn ein Fluidum als Warm erſcheint, ſo iſt in ihm der Typus zur Wärmeaction auf einen gewiſſen Grad geweckt. Hat der bewegte Körper einen gewiſſen Grad von Geſchwindigkeit überſchritten, ſo können wir ihn nicht mehr deutlich ſehen, er erſcheint uns als etwas Anderes, denn zuvor, und bloß unſern Sinnen gemäß, könnten wir ihn für etwas Anderes halten; wir wollen dieſe zweierlei Bewegungen, deren jede unendlich viele Grade in ſich faßt, die langſame und ſchnelle Bewegung nennen. Hat das Fluidum einen gewiſſen Grad von Wärmeaction überſchritten, ſo erſcheint es uns als etwas Anderes denn zuvor (als Dampf), und bloß unſern Sinnen gemäß, könnten wir dieſen für etwas Anderes halten, als das Fluidum. Die Bewegungsaction äußert ſich am bewegten Körper, ſubjectiv, durch ſeine Ortsveränderungen, durch ſein Erſcheinen als langſam bewegter und ſchnell bewegter Körper, hingegen objectiv durch den Stoß, wenn er mit andern Körpern zuſammenkömmt. So lange jener Körper bloß eine ſubjective Bewegungsaction ausübt, verändert ſich an derſelben nichts; hingegen erleidet die ſubjective Action der Bewegung einen Abgang, ſobald eine objective Action der Bewegung vor ſich geht. Die Wärmeaction äußert ſich am warmen Fluidum ſubjectiv durch deſſen eigene Ausdehnung, durch deſſen Erſcheinen als Fluidum und als Dunſt; hingegen objectiv, durch Einwirken auf andere Körper, die es ausdehnt, oder in denen es gewiſſe Veränderungen, Reize, erhöhte Lebensthätigkeit u. ſ. w. hervorbringt. So lange das Fluidum oder der Dampf bloß eine ſubjective Wärmeaction ausübt, nämlich bloß als warmes Fluidum oder dunſtförmiges erſcheint,

aber nicht auf andere Körper einwirkt (nach der Sprache der atomistischen Physiker, wenn das Fluidum oder der Dampf durch sehr schlechte Leiter ringsum umgeben ist), verändert sich am Erscheinen der Wärmeaction nichts (der atomistische Physiker würde sagen: so lange der erwärmte Körper innerhalb vollkommen schlechter Leiter eingeschlossen bleibt, gibt er von seinem Wärmestoffe nichts ab, behält daher einerlei Aggregatzustand); hingegen erleidet die subjective Wärmeaction des Fluidums und des Dunstes einen Abgang (der Dunst verliert von seiner Expansivkraft, wird wohl gar tropfbarflüßig, die tropfbare Flüssigkeit wird dichter) sobald eine objective Wärmeaction vor sich geht (wenn nämlich das Fluidum oder dunstförmige andere Körper erwärmt). So viel der bewegte Körper, durch objective Bewegungsaction (im Stoße) einem andern Körper an Bewegungsaction mittheilt, eben so viel verliert er an subjectiver Bewegungsaction (nämlich die Quantität der Bewegung, welche er dem andern Körper mittheilt, ist jener Quantität der Bewegung gleich, welche er verliert, nach der bekannten Formel beim Stoße $MC + mc = MV + mv$, daher $M(C-V) = m(v-c)$). So viel der warme Körper durch objective Wärmeaction (durch Schmelzen von Eis) einem andern Körper an Wärmeaction (Action des Schmelzens) mittheilt, eben so viel verliert er an subjectiver Wärmeaction (z. B. wenn 1700 Kubikfuß Wasserdampf von 100° Reaumur Centesimal mittelst Eis auf 1 Kubikfuß Wasser von 100° Reaumur reducirt werden, so ist die Quantität a an Eis geschmolzen worden. Nun würde aber die Quantität a an Eis durch Consunction desselben Quantums eines bestimmten Brennstoffes geschmolzen werden, als erforderlich wäre, um mittelst Erhitzung den Kubikfuß Wasser von 100 Grad Reaumur in 1700 Kubikfuß Dampf von 100 Grad Reaumur zu verwandeln).

§. 188. Wird ein prismatischer Körper, z. B. eine metallene Stange an dem einen Ende, das wir den Brennpunkt nennen wollen, erhitzt, und ist einmal ein gewisser Beharrungsstand eingetreten, so bemerkt man, daß der Körper nicht in allen Punkten, einen gleich hohen Grad der Temperatur äußert, d. h. daß in den verschiedenen Punkten des Körpers der Typus der Wärmeaction auf verschiedene Grade gestimmt ist, und daß den Graden dieser Stimmung ein Abnehmen vom Brennpunkte an, nach dem andern Endpunkte hin, statt findet; dieß Phänomen wollen wir die Wärmefortpflanzung nennen. Das Gesetz dieser Wärmefortpflanzung hat vorzüglich Lampert in seiner Pyrometrie und neuerdings Biot *) angegeben. Um das Gesetz zu finden, nach welchem sich die Wärme

*) Bibl. Britannique. 1804.

fortpflanzet, bediente sich Biot einer eisernen Stange, die 1½ Zoll stark und 7 Fuß lang war, und in welcher mehrere Höhlungen gebohret waren, um Thermometerkugeln aufzunehmen; die Zwischenräume wurden mit Quecksilber angefüllt; diese Stange wurde mit dem einen Ende in Wasser gestellet, das auf 60° Reaumur erhalten wurde. Erst nach einigen Stunden blieben die Thermometer stehen. Biot fand, daß sich diese Zunahmen der Thermometerstände durch eine logarithmische Linie ausdrücken lassen, wenn man zu ihren Abscissen die Entfernungen der Thermometer vom Brennpunkte, und als Ordinaten die Differenzen der Temperaturen annimmt.

Die theoretische Untersuchung bauet Biot auf den Newton'schen Satz, daß, wenn 2 Körper von verschiedenen Temperaturen mit einander in Berührung kommen, die Menge der Wärme, die der wärmere Körper dem kältern in einer sehr kurzen Zeit mittheilt, bei übrigens gleichen Umständen, dem Unterschiede ihrer Temperaturen proportional sey. Dieser Satz ist von Richmann, Kraft und Rumford bestätigt worden.

Newton hat hohe Temperaturen durch ein Verfahren untersucht, welches auf das Gesetz, nach welchem die Körper in der Luft abkühlen, gebaut ist. Nach diesem Gesetz, welches hernach Richmann durch Versuche bestätigt hat, befolgt die Abnahme der Wärme eine geometrische Reihe, wenn die Zeit in einer arithmetischen fortgeht, d. h. die Curve, die die Wärmeabnahme anzeigt, ist eine logarithmische Linie; mittelst dieser kann man also, wenn man die Temperatur des Körpers in einem gegebenen Augenblicke kennt, auch seine Temperatur zu jeder Zeit finden, vorausgesetzt, daß die Temperatur der Luft sich immer gleich bleibt.

Biot hat aus seinen obigen Versuchen eine eigene Art von Pyrometern angegeben, welche auf Folgendem beruht: Eine Stange wird an einem Ende so lange erhitzt, bis ein Thermometer, welcher in einer bekannten Entfernung vom Brennpunkte absteht, stationär geworden ist; aus diesem Thermometergrade wird die Temperatur des Focus gefunden. Ist nämlich y die Temperatur im Brennpunkte, T die in der Entfernung x, so ist für die Eisenstange $y = Ta^x$, wo $\log. a = 0{,}220074$, zu den gefundenen y muß die bestehende Temperatur der Luft addiret werden; x ist in Decimetern zu messen.

§. 189. Es ist schon im Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen gezeigt worden, wie die Ausdrücke Strahlenbrechung, Strahlenzurückwerfung zu verstehen seyen. Wir bedienen uns derselben nicht in ihrer buchstäblichen Bedeutung, da wir sonst Materialität und Bewegung von Licht und Wärme annehmen müßten; sondern wir wenden diese Ausdrücke bloß als kurz gefaßte Beschreibungen jener Phänomene an, die wir an Licht und Wärmestrahlen und an durchsichtigen und undurchsichtigen Körpern wahrnehmen. In diesem Geiste muß das Folgende gelesen werden.

Digitized by Google

§. 190. Herſchel*) beweiſet durch Verſuche, daß nicht nur Sonnenwärme, als ein conſtruirender Theil der Sonnenſtrahlen, von Spiegeln, ſo oft man will, zurückgeworfen werden könne, ſondern daß dieß auch von der Wärme eines Lichtes, der Wärme, welche die farbigen Sonnenſtrahlen begleitet, jener eines glühenden Eiſens, der Wärme eines Kohlenfeuers, der, der nicht ſichtbaren Sonnenſtrahlen, und der nicht ſichtbaren Ofenwärme, die nämlich von einem nicht glühenden Ofen ausſtrahlet, gelte. Dieſelben Wärmeſtrahlen werden aber auch durch durchſichtige Gläſer und Linſen gebrochen. Wir ſehen alſo zwiſchen den Licht- und Wärmeſtrahlen eine vollkommene Aehnlichkeit. Hingegen ſind aber die Wärmeſtrahlen viel brechbarer als die Lichtſtrahlen, und das Wärmeſpectrum verhält ſich zu dem Lichtſpectrum, wie $5\frac{1}{2} : 3$. Der Sinus des Brechungswinkels der Wärmeſtrahlen ſteht zum Sinus ihres Einfallswinkels in einem conſtanten Verhältniſſe. Auseinandergebrochene Wärmeſtrahlen laſſen ſich durch entgegengeſetzte Brechung in einem andern Mittel wieder vereinigen. In Brenngläſern haben die Wärmeſtrahlen einen andern Focus als die Lichtſtrahlen, und zwar ſcheint der Wärmefocus hinter dem andern in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll zu liegen. Weiter unten, wo von der ſogenannten Zurückwerfung und Brechung des Lichts geſprochen werden wird, ſoll ein Mehreres hierüber, als theoretiſche Erläuterung geſagt werden.

§. 191. Die Expanſivkraft der Waſſerdämpfe hängt von ihrem Temperaturzuſtande ab. Um das hier ſtatt findende Geſetz zu finden, haben vorzüglich Cavendiſh, Bedancourt, Schmidt, Gerſtner, ganz vorzüglich Dalton in Mancheſter Verſuche angeſtellt, und deren Reſultate in Tabellen ausgedrückt.

Soldner**) hat nach dieſen Dalton'ſchen Tabellen das ſich darauf beziehende Geſetz algebraiſch folgendermaßen ausgedrückt: Bei der Temperatur $= (80 + u)°$ Reaumur, ſey der Barometerſtand der Waſſerdämpfe $= o$ engliſche Zoll, ſo iſt (vorausgeſetzt, daß der Frier- und Siedepunkt des Thermometerſtandes bei 30 engliſchen Zollen beſtimmt worden, und der Thermometerſtand mit Octogeſimalſcale) log. o = log. 30 + 0,1365. u. log. (1,3802 — 0,00253. u.); für andere Flüſſigkeiten als Waſſer gilt dieſelbe Formel, nur mit andern conſtanten Größen.

Die Kraft der Dämpfe von was immer für Flüſſigkeiten, iſt im gleichen Abſtande über oder unter der Temperatur, bei welcher jede dieſer Flüſſigkeiten in der freien Luft ſiedet, dieſelbe, und dieſe Kraft iſt dieſelbe ſowohl im luftleeren Raume als unter dem Druck einer andern elaſtiſchen Flüſſigkeit, wie Dalton zeigt***).

*) Gilberts Annalen. 1802. B. 10.

**) Gilberts Annalen.

***) Bibliotheque britannique 1802.

In einem bestimmten Raum Luft, von jeder Dichtigkeit und im leeren Raum, ist bei einer gegebenen Temperatur immer gleich viel Wasser als Dampf aufgelöst, wenn in beiden Fällen die Wasserdämpfe aus dem Wasser ungehindert in den Raum treten können (Dalton) *). Die Menge dieses Wasserdampfes nimmt mit der Temperatur zu.

Nach Daltons Ansichten läßt sich der, den in der Atmosphäre befindlichen Wasserdämpfen ausschließlich entsprechende Barometerstand, nicht aus jenem Thermometerstande bestimmen, welcher in der Atmosphäre überhaupt besteht; sondern bloß aus jenem Thermometerstande (mit Hülfe der oben erwähnten Dalton'schen Tabellen), bei welchem diese Wasserdämpfe anfangen sich niederzuschlagen. Dieser Thermometerstand kann der Condensationspunkt der Wasserdämpfe genannt werden. Dalton findet demnach den bloß der Wasserdampfatmosphäre entsprechenden Barometerstand aus dem jedesmaligen Condensationspunkte dieser Wasserdampfatmosphäre. Um diesen zu finden, bedient er sich einer mit Wasser gefüllten Flasche und beobachtet den Thermometerstand dieses Wassers. Jener Thermometerstand nun, bei welchem die Flasche anfängt mit Dünsten beschlagen zu werden, ist der Condensationspunkt der Wasserdampfatmosphäre. Die Möglichkeit des Bestehens der verschiedenen Temperaturen des Wasserdampfes und der Luft einzusehen, muß man überlegen, daß der Temperatur-Ueberschuß der Luft zur Erzeugung der Dämpfe wirke **).

Sonst hat man angenommen, daß sich Wasser unter einer Temperatur von 28° R. mit den Gasarten nur chemisch verbinde, oder daß eine chemische Auflösung statt finde; und daß es über 80° R. erhitzt eine elastische Flüssigkeit besonderer Art, nämlich Dampf werde. Pictet hat mit Dalton diese Theorie entworfen, und nimmt an, daß bei jeder Temperatur Wasserdampf gebildet werde, der für sich, als eine eigene Gasart, in der Atmosphäre bestehet. Der einzige Unterschied, der zwischen einer verdünstenden und kochenden Flüssigkeit statt findet, ist der, daß sich bei jener Dämpfe, nur von der Oberfläche der Flüssigkeit, bei dieser aber auch im Innern derselben bilden. Jenen Dämpfen setzt die Atmosphäre kein Hinderniß entgegen, diesen aber durch ihren Druck auf die Oberfläche der Flüssigkeit; denn eine gasförmige oder dunstförmige Flüssigkeit drückt auf keine solche Flüssigkeit, von anderer Natur, wohl aber auf jede tropfbare Flüssigkeit.

Dalton stellt über die Verdünstung Folgendes auf ***): Die Menge der Verdünstung einer Flüssigkeit ist bei übrigens gleichen Umständen, den Elasticitäten der sich bildenden

*) Gilberts Annalen 1809.

**) Gilberts Annalen. 1803.

***) Gilberts Annalen. 1803.

Dünste oder Dämpfe proportional. Hiebei muß man aber die Menge der in der Luft schon aufgelösten Dünste abrechnen, denn die Kraft, mit welcher die Verdünstung vor sich gehet, ist gleich dem Unterschied zwischen der Expansivkraft der sich bildenden, und der schon in der Luft befindlichen Dämpfe, und durch diese Kraft werden die Theilchen der Dämpfe durch die Zwischenräume der Luft gerade so wie Wasser durch Kieselsteine getrieben.

§. 192. Die Erscheinungen von **Wärme** und **Kälte** beziehen sich nicht auf entgegengesetzte, oder auch nur qualitativ verschiedene Actionen, sondern bloß auf verschiedene Grade, auf welche einerlei Action ausgeübt wird. Denn der Körper, der gegen einen andern kalt scheint, kann gegen einen noch andern warm erscheinen. Die Aeußerung von Wärme und Kälte bezieht sich daher bloß auf die verschiedenen Grade des Gewecktseyns oder der Stimmung, bei einem und demselben Typus, nämlich beim Typus zur Wärmeaction. In dieser Ansicht liegt nichts hypothetisches, nichts von einer angenommenen Wärmematerie, die wir unmittelbar nirgends wahrzunehmen vermögen.

Wenn ein Körper, von einer höheren Temperatur, auf eine niedrigere gebracht wird, so entsteht eine Contraction, und umgekehrt. Wollte man hieraus schließen, Wärme und Kälte seyen entgegengesetzte Actionen, nämlich Actionen nach Expansion, und nach Contraction, so wäre dieser Schluß falsch, da aus obiger Betrachtung eigentlich nur so viel hervorgeht: Wird der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad geweckt, so entsteht am Körper ein bestimmter Grad von Expansion; wird der Typus zur Wärmeaction auf einen höhern Grad geweckt, so entstehe am Körper ein höherer Grad von Expansion. Dieser Grad von Expansion gegen jenen betrachtet, ist aber nur ein höherer Grad von Expansion; nie aber dürfen wir diesen Zustand als absolute Expansion, und jenen Zustand als absolute Contraction betrachten; indem ja Alles, was einen endlichen Raum einnimmt, als Expansion erscheint, und diese Expansion ins Unendliche, bis auf die Größe eines mathematischen Punktes abnehmen kann.

§. 193. Ich will hier in gedrängter Kürze das Wesentlichste aus den Wärmetheorieen von **Dalton**, **Oerstedt**, **H. Davy**, ausheben. Ersterer ist in allen seinen Ansichten Atomistiker, die beiden letztern neigen sich mehr nach dynamischen Ansichten.

§. 194. **Daltons** Theorie bezieht sich wesentlich auf Folgendes *): Der Wärmestoff ist eine elastische Flüssigkeit von großer Feinheit, deren Theilchen einander zurückstoßen, während sie von allen übrigen Körpern angezogen werden. Bei gleichen Temperaturen ist Ruhe; die absolute Menge des Wärmestoffs ist aber in diesem Falle in irgend

*) Dalton neues System . . . . 1812.

zwei heterogenen Körpern keineswegs, weder in gleichem Volum, noch in gleichen Gewichten gleich; sondern hängt von der Affinität derselben zum Wärmestoffe ab.

Der specifische Wärmestoff bleibt sich bei den verschiedenen Temperaturen nicht gleich, weil die Ausdehnung verschiedener Körper durch gleiche Wärmeincremente nicht dieselbe ist, und die Verwandtschaft oder Capacität der Körper zum Wärmestoff mit der Abnahme ihrer Dichtigkeit zunimmt, (beim Wasser würde es sich auch zeigen, wenn man dasselbe verdichten könnte). Bei Bestimmung der specifischen Wärme, würde man daher besser thun, gleiche Volumina statt gleicher Gewichte vorauszusetzen, weil sich bei jenen mit Veränderung der Temperatur nur die Dichtigkeit, bei diesen aber auch noch das Volumen ändert.

Bei Gasarten können wir die Ausdehnung verhindern, bei tropfbarflüssigen Körpern nicht; bei dieser werden daher gleiche Wärmemomente eine verzögerte Temperaturzunahme bewirken. Wegen der Verdichtung ist auch die Temperatur einer Mischung von gleichen Gewichten Wasser von 22 und 212°, die von De Luc unter dem arithmetischen Mittel 122 nämlich zu 119, und bei gleichem Volum zu 115 gefunden wurde, noch zu groß. Man muß daher den bis jetzt aufgestellten Satz: daß die Mischung immer die wahren mittlern Temperaturen habe, und daß die bis jetzt gebrauchten Quecksilber-Thermometer weil sie dieselben richtig anzeigen, ein genaues Maaß der Temperatur seyen, in Zweifel ziehen, und vielmehr hieraus und der durch die neuesten Versuche erwiesenen ungleichförmigen, und zwar den Quadraten der Temperatur proportionalen Ausdehnung des Quecksilbers, vom Orte der größten Dichte an, auf die Unrichtigkeit der bis jetzt üblichen Quecksilber-Thermometer schließen. Als indirekte Beweise des hier ausgedrückten Gesetzes sind folgende Erfahrungen anzusehen: die Zunahme der Spannung des Wasserdampfes, welcher mit Wasser in Berührung steht, und überhaupt des Dampfes jeder homogenen Flüssigkeit, z. B. des Aethers (nicht aber des Weingeistes der aus Wasser und Alkohol besteht) beobachtet genau eine geometrische Progression, wenn gleiche Incremente der Temperatur nach einer Scale, die dem erwähnten Gesetze zu Folge eingetheilt worden ist, statt finden; ferner dehnt sich Luft und Dampf nach der neuen Scale für gleiche Incremente der Temperatur nach einer geometrischen Progression aus; und endlich nimmt die Temperatur in einem abkühlenden Medium in gleichen Zeitmomenten genau in geometrischer Progression ab, wenn die Temperatur nach der neuen Scale genommen wird, oder die Wärme, welche ein Körper beim Abkühlen verliert, steht im Verhältniß seines Ueberschusses von Temperatur über die des abkühlenden Mediums.

Dalton's neue Scale zählt zwischen dem Frost- und Siedepunkte des Wassers wie die Fahrenheit'sche, 180 Grad; diese sind aber so getheilt, daß ihre Größe den Quadraten der Temperatur vom Gefrierpunkt des Quecksilbers an gerechnet, proportional ist. Unter

diesen Voraussetzungen fällt der Fahrenheit'sche 40ste Grad auf 175,32 auf 32, 212 auf 212, außer diesen letzten welchen alle übrigen Grade von einander ab. Gleich viel Grade der neuen Scale, wo immer genommen, werden also durch gleiche Incremente von Wärme hervorgebracht (vorausgesetzt, daß sich der erwärmte Körper nicht auszudehnen vermag). Wegen der ungleichförmigen Ausdehnung des Glases, muß die aus der neuen Scale berechnete Fahrenheit'sche corrigirt werden, wenn sie die wirkliche Temperatur geben soll.

Ein Wasserthermometer wird mit dem vorhergehenden Quecksilber-Thermometer vollkommen correspondiren, wenn es nach demselben Gesetz vom Punkte seiner größten Dichtigkeit, der in 42° der alten Scale fällt, getheilt ist.

Gewöhnlich nimmt man an, daß sich die festen Körper gleichförmig ausdehnen. Obgleich dieß im strengsten Sinne nicht wahr ist, so kann man es doch so in Vergleich gegen die des Wassers, die viel größer ist, annehmen. Die Ausdehnung des Wassers aber ist, wie Dalton zu beweisen sich bestrebe, für gleiche Temperatur Zu- und Abnahme den Quadraten der Temperatur vom Punkte der größten Dichte an, proportional und gleichförmig beschleunigt.

Hieraus folgt, daß sich Wasser in einem thermometrischen Gefäße scheinbar ebenfalls gleichförmig beschleunigt erheben wird, und daß der scheinbar tiefste Punkt, von welchem dieß angeht, tiefer als der wahre liegen wird. Für die scheinbare und wahre Ausdehnung wird man also haben $v = 2gt$ und $S = gt^2 = \frac{vt}{2}$; und für die Ausdehnung des Gefäßes $s = ct$ (diese Formeln beziehen sich auf die allgemein bekannten Fundamentalgleichungen der gleichförmig beschleunigten Bewegung). Ferners folgt hieraus, daß die wirkliche Ausdehnung des Wasser vom Maximo der Dichte an, für irgend eine Anzahl von Graden dieselbe, wie die scheinbare Ausdehnung von der scheinbaren größten Dichte in irgend einem Gefäße für dieselbe Anzahl von Graden sey. Auf diese Art ist die absolute Ausdehnung des Wassers auf diesem Wege bestimmbar, ohne daß man zu wissen nöthig hat, bei welcher Temperatur seine Dichte am größten sey. Läßt sich die Ausdehnung eines Gefäßes finden, so läßt sich auch die Temperatur, bei welcher die Dichte des Wassers am größten ist, finden, und umgekehrt. Auf diesen Wegen findet Dalton die Größe der Ausdehnung des Wassers für 180° vom Punkte seiner größten Dichte gerechnet, $\frac{1}{21,5}$ seines anfänglichen Volums, und die größte Dichtigkeit des Wassers bei 36 der alten oder 37 der neuen Scale.

Ferner findet er die Größe der Ausdehnung verschiedener Körper, unter andern die der Thermometerkugeln, woraus folgt, daß ohne der Ausdehnung des Glases das Ther-

mometer beym Siedepunkte um 41° Grad höher stände. Die wahre Ausdehnung des Queckſilbers von 32 bis 212 iſt 0,02. Alkohol, Olivenöl, Leinöl, Terpentinöl, Schwefelſäure, Schwefeläther, ꝛc. beobachten dieß Geſetz des Waſſers, dehnen ſich nämlich vom Punkte der größten Dichte, dem Quadrate der wirklichen Temperatur proportional aus. Die Größe dieſer Ausdehnung iſt genau von Dalton angegeben.

Die Ausdehnung feſter Körper wird vermuthlich den Quadraten der Temperatur vom Punkte der größten Dichte, oder weil ſich ihr Aggregatzuſtand nicht ändert, vom abſoluten Nullpunkte (der bei 6000° liegt) proportional ſeyn. Man mag aber auch die 3ten oder 4ten Potenzen nehmen, ſo kann man von 32—212 die Ausdehnung gleichförmig ſetzen.

Daß zwiſchen den Körpern in Rückſicht des ſpecifiſchen Wärmeſtoffs eine große Verſchiedenheit ſeyn müſſe, erſieht man aus der Temperatur der Miſchungen verſchiedener Flüſſigkeiten oder einer Flüſſigkeit mit einem feſten Körper, die nie das Mittel der Temperatur iſt, und aus der verſchiedenen Zeit, in welche verſchiedene Flüſſigkeiten in gleichen und ähnlichen Gefäßen abkühlen. Bei Veränderung des Aggregatzuſtandes ändert ſich die Wärmecapacität; ſie wächſt nämlich beim Anſteigen zum Gasförmigen. Sie ändert ſich aber auch mit der Veränderung der Temperatur bei demſelben Aggregatzuſtand, weil ſich das Volumen hiebei ändert.

Man kann annehmen, daß die Zunahme der Verwandtſchaft zur Wärme, der Zunahme des Volums, alſo den Quadraten der Temperatur proportional ſey; daß ſich alſo die Wärmecapacität z. B. des Waſſers bei 32, 122 und 212 = 22 : 22½ : 23 verhalten. Aus Vermiſchungen von Eis mit Waſſer fand Dalton, daß die Menge von Wärme 176½° (von der Temperatur 22 bis 200) = der Menge von Wärme in 150 (von der Temperatur 132—122) = der Menge von Wärme in 128° (von der Temperatur 50—45, 3) ſey; oder, wenn man 7 Theile Wärme braucht, um das Thermometer bei 50 um 1° ſteigen zu machen, wird man 212 nur 5 Theile brauchen. Aus dieſem würde die Länge der Grade in der Gegend von 212 zu jener in der Gegend 50 nach den gewöhnlichen Skalen = 7 : 5 folgen, wenn dieſe Grade gleiche Temperaturincremente anzeigen ſollen. Bei der Angabe der ſogenannten latenten Wärme in Graden, muß man alſo die Gegend der Grade bezeichnen.

Dalton gibt folgende Methode an, die ſpezifiſche Wärme der Körper zu finden: Bezeichnen w und W die Gewichte zweier Körper, von denen der erſte um d Grade kälter iſt, als der zweite iſt, und c und C ihre Capacitäten für den Wärmeſtoff bei derſelben Temperatur, und m und n die Veränderungen der Temperatur nach der Vermiſchung: ſo iſt $m + n = d$, $c : C = Wn : wm$ alſo $m = \frac{WCd}{wc+WC}$ oder $C =$

$\frac{wcm}{Wn}$ und $c = \frac{WCn}{Wm}$. Diese Methode setzt voraus, daß der eine Körper zu dem andern keine chemische Affinität habe.

Die Capacität des Gefäßes, oder überhaupt fester Körper, wird auf dieselbe Art bestimmt. Körper aber, die Verwandtschaft zum Wasser haben, müssen in Gefäßen, deren Capacität man zuvor bestimmt hat, untersucht werden. Diesem Verfahren ist einzuwenden, daß sich die Capacitäten der Körper mit ihrer Temperatur ändern, und daß man sich hiebey der neuen Scale zu bedienen habe. Dalton zieht daher Mayers und Leslie's Verfahren vor, die Körper bei gleichem Volum derselben Temperatur der Luft auszusetzen, und die Zeit zu beobachten, in welcher sie dieselbe Anzahl Grade Wärme verlieren, die Zeiten stehen direct im Verhältniß der Capacitäten, indem man annimmt, daß in gleichen Zeiten gleich viel Wärmestoff aus dem Körper der Luft mitgetheilt und fortgeführt wird. Auf dieß Verfahren hat die Scale keinen Einfluß und ist einer größern Genauigkeit fähig. Die so gefundenen Capacitäten durch specifisches Gewicht getheilt, geben den spezifischen Wärmestoff.

Dalton behauptet, daß die Menge von Wärmestoff, welcher den kleinsten Theilchen aller elastischen Flüssigkeiten angehört, bei demselben Drucke und derselben Temperatur dieselbe sey. Hieraus folgt, das der specifische Wärmestoff gleicher Gewichte von irgend zwei elastischen Flüssigkeiten sich umgekehrt wie die Gewichte ihrer Atome verhalten, bei gleichen Volumen aber im directen Verhältnisse ihrer spezifischen Gewichte und im umgekehrten der Gewichte ihrer Atome stehen.

Vereinigen sich zwei elastische Atome um eines einer andern Art zu bilden, so entweicht die Hälfte ihres Wärmestoffs. Der Wärmestoff, der beim Zusammendrücken der Gasarten entweicht, ist im Vergleiche gegen das Ganze nur ein sehr geringer Theil, und scheint nur derjenige zu seyn, der sich zwischen den kleinen kugelförmigen Theilchen der Gasarten mit ihren Wärmeatmosphären befindet, und der gar nicht zu der Gasart gehört, weil sich derselbe auch im luftleeren Raume befindet, wie man aus der Zunahme der Temperatur ersehen kann, welches statt findet, wenn man Luft im luftleeren Raum treten läßt. Man kennt daher die spezifische Wärme der elastischen Flüssigkeiten, wenn man das Gewicht ihrer Atome kennt, welche Dalton, wie schon erwähnt worden, nach seinen Hypothesen aufgestellt hat *). Nach ihm ist das Gewicht eines Atoms Wasserstoffgas = 1 gesetzt, das des Sauerstoffgas = 7, des Stickstoffgas = 5, des Salpetergas = 12, des Kohlensaurengas = 19, der Salzsäure 22, des Wasserdunstes 8, Aetherdunstes 11, und

*) Dieß findet sich im zweiten Theile von Daltons neuem System . . . . . .

des Alkoholdunſtes 16. Vorausgeſetzt, daß ſich der ſpezifiſche Wärmeſtoff des Waſſers zu dem des Waſſerdunſtes = 6 : 7 oder = 1 : 1, 166 verhält, findet er den ſpezifiſchen Wärmeſtoff aller Gasarten, dann das Waſſer = 1 geſetzt, für gleiche Gewichte.

Um die Menge des Wärmeſtoffs zu finden, welche ſich beim Verbrennen entwickelt, bedient ſich Dalton bei Gasarten einer Blaſe, die 30000 Gran Waſſerſtoffgas hält, und mit einer Röhre verſehen iſt; an dieſer wird das Gas entzunden, und die Flammen an den vertieften Boden eines zinnernen mit Waſſer gefüllten Gefäßes geleitet, deſſen Capacität für Wärme durch einen vorläufigen Verſuch beſtimmt worden iſt. Die Zunahme der Temperatur des Waſſers wird hierauf beobachtet; hiebei geht $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{8}$ des ganzen Wärmeſtoffs verloren. Das Verbrennen des Waſſerſtoffgas erhöht die Temperatur eines gleichen Volums Waſſer um 4, 5°, des kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgas um 10° .... Oel, Alkohol und Aether werden in einer Lampe verbrennt, Phosphor, Kohle, Schwefel, Kampher und Kautſchuck auf ſchicklichen Unterlagen. Das Verbrennen von 10 Gran Oel erhöht die Temperatur von 30000 Gran Waſſer um 5°, von Talg und Wachs um 5, 2° von Kohle um 2°.

Dalton zeigt herauf, daß die Meinung Crawfords und Lavoiſiers nicht richtig ſey, nach welcher nur allein der Sauerſtoff die Quelle des hervorgebrachten Lichtes und der Wärme ſey, ſondern daß dieſer in dem Verbrennenden und dem Sauerſtoffe liege; denn die Menge der entbundenen Wärme oder geſchmolzenen Eiſes, iſt nicht der verbrauchten Menge Sauerſtoff proportional. Wenn beim Verbrennen von 1 Pfund Holzkohle kein Verluſt ſtatt findet, ſagt Dalton, ſo wird durchs Verbrennen von 1 Pfund Holzkohle die Temperatur von 45 — 50 Pfund Waſſer von 32 — 212° erhöht. Dieſelbe Temperatur wird hinreichen, 7 — 8 Pfund Waſſer in Waſſerdunſt zu verwandeln.

Miſcht man w Gewichtstheile irgend eines Körpers (z. B. Schwefelſäure), deſſen ſpezifiſcher Wärmeſtoff = c iſt, mit W Theilen eines andern Körpers (z. B. Waſſer) deſſen ſpezifiſchen Wärmeſtoff C iſt, ſetzt man ferner den ſpezifiſchen Wärmeſtoff des Gemiſches = M, die Anzahl fahrenheit'ſcher Grade, die bei der Miſchung frei werden = n, und nennt x die Anzahl fahrenheit'ſcher Grade vom abſoluten Nullpunkte in der Einheit des 2ten Körpers bei 32°, ſo hat man $(cw + CW)\,x = (\omega + W)\,Mn + (\omega + W)\,Mn$, wo + für frei werdende, — für gebundene Wärme zu ſetzen kömmt. Dieſe Gleichung zeigt, daß ſich der abſolute Nullpunkt aus der Vermiſchung zweier Körper wird finden laſſen, wenn hiebei Wärme gebunden und entbunden wird. Schwefelſäure und Waſſer geben für x, 5300; Kalk und Waſſer 4260; Salpeterſäure und Kalkerde 11000; Verbrennen des Waſſerſtoffgas 5400; Verbrennen des Phosphors 5400; Verbrennen der Holzkohle 4400; ..... Mittel 6000. Umgekehrt nimmt man x = 6000, ſo findet man die Menge der frei werdenden Wärme durchs Verbrennen der Holzkohle mit Craw-

ford's und Lavoisier's Versuchen übereinstimmend. Aus diesem großen Werthe von x ist es deutlich, daß die Wärme, die nöthig ist, eine tropfbare Flüssigkeit in eine elastische zu verwandeln, nur ein geringer Theil des Ganzen sey. Die großen Unterschiede 11000 und 4150 lassen sich nur durch eine Veränderung der Capacität mit der Temperatur erklären.

Die Wärme, die durchs Reiben und durch den Stoß frei wird, wird es nur durch die damit verbundene Verdichtung; denn einmal gehämmertes Eisen entbindet keine Wärme mehr, außer es wird wieder geglühet, wobei es sich ausdehnt, und wieder Wärme aufnimmt.

Flüssigkeiten leiten die Wärme einmal wie die festen Körper durch ein stufenweises Fortschreiten derselben von Theilchen zu Theilchen, dann aber und zwar vielmehr durch die Bewegung der Theilchen. Durch leeren Raum und durch elastische Flüssigkeiten pflanzt sich aber der Wärmestoff auch noch durch Strahlung fort. Durch sie erhalten wir die Wärme der Sonne und eines gewöhnlichen Feuers.

Dalton nimmt mit Herschel an, man müsse Licht und Wärmestrahlen der Sonne unterscheiden. Die strahlende Wärme glühender Körper oder erwärmter, kann sehr gut reflectirt nicht leicht aber gebrochen werden, weil sie nicht stark genug ist, die durchsichtigen Körper zu durchdringen.

Die gewöhnliche Theorie der Abnahme der Wärme der Luft nach oben, ist: daß die Luft unmittelbar durch die Sonnenstrahlen nicht erwärmt wird, und daß sie ihre Wärme bloß durch erwärmte Erdoberfläche erhält. Diese Theorie ist nach Dalton in ihrem letzten Theile falsch; denn da die Luft eine Flüssigkeit ist, so würde sich die von der Erdoberfläche erwärmte Luft erheben, und es würde gerade das Gegentheil der Erfahrung hieraus folgen. Dalton erklärt die Wärmeabnahme aus folgendem Princip: Das natürliche Gleichgewicht des Wärmestoffs in der Atmosphäre tritt dann ein, wenn jedes Atom Luft in derselben senkrechten Säule, mit demselben Quantum Wärmestoff begabt ist; und folglich findet das natürliche Gleichgewicht des Wärmestoffs in einer Atmosphäre dann statt, wenn die Temperatur, so wie man höher steigt, nach und nach abnimmt. Denn mit der Verdünnung der Luft nimmt ihre Capacität zu, ist demnach die Menge der Wärme ein bestimmtes Quantum, so muß die Temperatur durch die Dichte bestimmt werden.

§. 195. Oerstedt's Theorie der Wärme bezieht sich wesentlich hierauf: Die Wärme rührt keinesweges von einem Stoffe her, welcher aus einem Körper in den andern übergeht. Wärme entsteht dann, wenn ein Körper gezwungen wird, mehr Elektrizität zu leiten, als er frei würde geleitet haben. Es entsteht dadurch ein Zustand, wo das Gleichgewicht der Kräfte in jedem Punkte des Körpers gestört ist, aber so, daß es zu keiner

Digitized by Google

sinnlich erkennbaren Trennung der Kräfte gekommen ist. Dieser Zustand ist nun der, welchen wir Wärme nennen.

§. 196. H. Davy erklärt die Wärmeerscheinung folgendermaßen: Da man es dahin bringen kann, daß alle Körper bei dem Erkalten einen kleinern Raum einnehmen, so ist es offenbar, daß die Theilchen der Materie durch Zwischenräume getrennt seyn müssen, und da jeder Körper das Vermögen sich auszudehnen, einem Körper von niedrigerer Temperatur mittheilen kann, d. h. vermögend ist, die Theilchen desselben in eine expansive Bewegung zu setzen, so ist es ein höchstwahrscheinlicher Schluß, daß seine eigenen Theilchen sich in Bewegung befinden. Da jedoch keine Veränderung in der Lage der Theilchen eines Körpers so lange statt findet, als die Temperatur gleichförmig ist, so muß die Bewegung, wofern sie vorhanden ist, schwingend oder wellenförmig seyn, oder eine Bewegung der Theilchen rund um ihre Axe oder eine Bewegung der Theilchen rund um einander.

Es scheint, daß man alle Phänomene der Wärme erklären könne, wenn man annimmt, daß in den festen Körpern die Theilchen sich in einem beständigen Zustande einer schwingenden Bewegung befinden; daß die Theilchen der heißesten Körper sich mit der größten Schnelligkeit und durch den größten Raum bewegen; daß in den tropfbarflüssigen und elastisch flüssigen Körpern, außer der schwingenden Bewegung, welche in dem letzten am größten gedacht werden muß, die Theilchen eine Bewegung rund um ihre eigene Axe mit verschiedenen Graden der Geschwindigkeit haben, doch so, daß die Theilchen der elastischen Flüssigkeiten sich mit der größten Schnelligkeit bewegen; und daß bei den ätherischen Substanzen die Theilchen sich rund um ihre eigenen Axen, und getrennt von einander bewegen, und in geraden Linien den Raum durchdringen.

§. 197. Ich beschließe das hier über Wärmeerscheinungen Gesagte, mit der folgenden Wärmetheorie nach meinen Ansichten, die von den gewöhnlichen sehr abweichen.

Versuch einer mathematischen Entwickelung der Fundamentalgesetze der Wärmeerscheinungen, wobei diese bloß als Resultat gewisser Actionen betrachtet werden, und kein Wärmestoff vorausgesetzt wird.

§. 198. Das mehr oder weniger Warmseyn eines Körpers ist eben so ein bloßer Zustand desselben, wie die Bewegung ein bloßer Zustand eines Körpers ist. Im ersten

---

Falle ist der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad gestimmt, im zweiten Falle ist es der Typus zur Bewegungsaction. Wir wollen uns hier folgendermaßen ausdrücken: Im ersten Falle **calorifizirt** der Körper auf eine bestimmte Weise; im zweiten Falle **motuifizirt** (von motus) er auf eine bestimmte Weise.

§. 199. Der Körper calorifizirt **subjectiv** oder **objectiv**, je nachdem sein Wärmezustand **seinen Volumen- und Aggregatzustand bestimmt**, oder **den Volumen- und Aggregatzustand in einem andern Körper ändert**; eben so motuifizirt der Körper subjectiv oder objectiv, je nachdem er sich bloß fortbewegt, oder einen andern Körper zur Bewegung stimmt, (z. B. im Stoße).

§. 200. Der einmal bestehende Zustand, von welch immer einer Art, erhält sich unverändert in alle Ewigkeiten fort, wenn nicht eine veranlassende Ursache zu einer Zustandsveränderung hinzutritt; jene Ursache nennen wir eine **Kraft**, deren Natur und Wesenheit wir nie zu ergründen vermögen, sondern an der wir bloß das **Quantitative** aus ihren Wirkungen zu bestimmen uns bestreben. **Das Gesetz der Trägheit findet statt für jeden Zustand, worinne sich ein Körper befindet.**

Jedes Zu- oder Abnehmen des Calorificirens am Körper, ist einer positiv oder negativ wirkenden **Wärmekraft** zuzuschreiben; eben so wie jedes Zu- oder Abnehmen des Motuifizirens am Körper, einer positiv oder negativ wirkenden **mechanischen Kraft** zuzuschreiben ist. Ein Körper würde daher nie auskühlen oder wärmer werden, wenn er sich bloß selbst überlassen bliebe; wenn er nicht mit andern Körpern in calorificirende Wechselwirkung treten möchte; (in der Sprache der Atomistiker, wenn er mit vollkommen schlechten Leitern umgeben wäre), eben so wie ein Körper nie eine Aenderung in seiner Bewegung erleiden möchte, wenn er bei der Reibung, beim Stoße u. s. w., durch mechanische Kräfte nicht influenzirt würde.

§. 201. Wir wollen den absoluten Nullpunkt des Calorifizirens, jenen Zustand nennen, wo des Körpers Calorifiziren $= o$ ist, ein idealer Zustand, den nur der Calkul bestimmen könnte, nicht die Erfahrung. Der absolute Nullpunkt des Motuifizirens ist der **Stillstand**, ein Zustand den wir auch nicht aus Erfahrung kennen, sondern der nur ideal ist; denn, der für uns stille stehende Punkt, z. B. ein Fixstern, ist vielleicht ein sich im Raume, mit allen übrigen Fixsternen bewegender Punkt; der aber gegen die übrigen Fixsterne fortwährend einerlei Lage behauptet.

§. 202. Betrachten wir an der Wärmeaction bloß deren Aeußerung, als ein das Volumen bestimmendes, und nennen die Wärmeaction in dieser einseitigen Rücksicht (unter welcher allein sie dem Calkul unterworfen werden kann, so wie die Bewegungsaction, nur als **Raumdurchlaufung** dem Calkul unterliegt, nicht aber als ein auf ein organisches Wesen einwirkendes, z. B. als das eine Contusion, die in Eiterung übergeht, Bewir-

kende), das Volumifiziren; so können wir sagen, statt subjectives und objectives Calorifiziren, eigenes, und mittheilendes Volumifiziren; so wie wir sagen können, eigenes und mittheilendes Motuifiziren. Während des mittheilenden Motuifizirens, nimmt das eigene Motuifiziren ab (während des Stoßes, verliert der schneller bewegte Körper an seiner Geschwindigkeit); eben so nimmt, während des mittheilenden Volumifizirens, das eigene Volumifiziren, ab (der wärmere Körper kühlt ab, zieht sich zusammen, indem er den kältern erwärmt und ausdehnt).

§. 203. In demselben Sinne, als man in der Mechanik die Ausdrücke bewegende und beschleunigende Kraft nimmt, sagen wir: totale und auf die Masseneinheit ausfallende Wärmekraft.

§. 204. Wenn die Masse M mit der Geschwindigkeit C motuifizirt, so ist MC das Maaß des eigenen Motuifizirens: erhöht aber die Masse M die Geschwindigkeit c der Masse m (im Stoße) um v — c, so ist, (wenn beide Massen unelastisch sind) m (v — c) $= \frac{M \cdot m}{M + m}$ (C — c) das Maaß des mittheilenden Motuifizirens. Nun sind aber die Ausdrücke MC und $\frac{Mm}{M + m}$ (C — c) einander nicht proportional. Eben so besteht kein Grund dafür, daß (in der Wärmeaction) das eigene und das mittheilende Volumifiziren einander proportional zunehmen müßten (nämlich eigene Ausdehnung und durchs Thermometer bestimmte Temperatur). Es kann sogar, unter gewissen Dimensionen, bei zunehmendem mittheilenden Volumifiziren das eigene Volumifiziren abnehmen, wie dieß z. B. beim Wasser der Fall ist, das von (3, 5)° Reaumur bis 80° sowohl, als von (3, 5)° R. bis 0° sich ausdehnt. Aehnliche Resultate ließen sich selbst aus der analytischen Mechanik entwickeln. Es stoße z. B. die Masse M mit der Geschwindigkeit C, an die Masse m, welche die Geschwindigkeit c hat, beide Massen seyen unvollkommen elastisch, und zwar so constituirt, daß man die Gleichungen erhielte:

MC + mc = MV + mv, und

MF (C) + mF (c) = MF (V) + mF (v);

nun kann F (V) eine solche Function ausdrücken, daß aus diesen beiden Gleichungen folgt MC = f (m (v — c)), worin f (m (v — c)) eine Function ausdrückt, bei der rücksichtlich der Veränderlichkeit von m (v — c) folgt; aus $\frac{df\,(m\,(v - c))}{dm\,(v - c)} = 0$ den Werth m (v — c) = a, und aus $\frac{ddf\,(m\,(v - c))}{(dm\,(v - c))^2}$, worin m (v — c) = a gesetzt wird, ein positiver Werth.

§. 205. Es läßt ſich a priori nicht behaupten, daß wir die unmittelbare Wirkung der Wärmekraft, das unmittelbare Caloriſiziren, an dem durch die Wärmekraft (binnen einer Zeit t) influenzirten Körper, wahrnehmen. Was wir an dieſem Körper rückſichtlich der Wärmeaction bemerken können, iſt bloß deſſen eigenes und mittheilendes Volumiſiziren, welches eben nicht mit dem unmittelbaren Caloriſizien proportional ändern, wohl aber (bei übrigens unveränderten Umſtänden) eine Function von dem jedesmaligen Grade des unmittelbaren Caloriſizirens ſeyn muß, da wir hier ein Geſetz der Continuität nicht bezweifeln können. Auch berechtigen uns die Wärmeerſcheinungen (die zunehmende Temperatur bei zunehmenden erwärmenden Mitteln) zu dem Schluſſe, daß das mittheilende Volumiſiziren des Körpers M gegen den Körper m ändere, wenn das unmittelbare Caloriſiziren am Körper M ändert, und zwar, daß beide fortwährend zugleich (obwohl nicht nothwendig einander proportional) zunehmen daß alſo (bei unveränderter Natur der Körper M, m) einerlei Grad des mittheilenden Volumiſizirens (einerlei Temperatur), auf einerlei Grad des unmittelbaren Caloriſizirens ſchließen laſſe. Dieß iſt größtentheils wohl auch vom eigenen Volumiſiziren wahr, jedoch nicht durchgehends; ſo beſteht z. B. beim Waſſer, wenn α einen ſehr kleinen Werth hat, und wenn c das unmittelbare Caloriſiziren des Waſſers bei (3, 5)° R. ausdrückt, für $c + \alpha$ und für $c - \alpha$, einerlei eigenes Volumiſiziren $= v$.

§. 206. Wir dürfen ferners annehmen, daß das unmittelbare Caloriſiziren dem (daſſelbe hervorbringenden) Momente der Wärmekraft proportional ſey. Ich will den analogen Satz aus der Mechanik erweiſen.

Das unmittelbare Motuiſiziren einer Maſſe m iſt die Bewegungsquantität $= mv$. Nun folgt aus der bekannten Formel, $dv = 2g \cdot \frac{P}{m} dt$ (worin g die Beſchleunigung der Schwere, $\frac{P}{m}$ die beſchleunigende Kraft, und t die Zeit, binnen welcher die Maſſe m von P influenzirt wurde, wodurch m die Endesgeſchwindigkeit v erhielt) $mv = 2g \int P dt = 2g \int f'(t)\, dt = 2g \cdot f(t)$ [nach Lagrange Bezeichnung der erſten abgeleiteten Function]. In eben dem Sinne iſt $MV = 2g \int P dt = 2g \int F'(t)\, dt = 2g\, F(t)$. Sind nun v und t, dann V und T zuſammengehörige Werthe, von v, t, V, t, und iſt $F(T) = f(t)$, ſo iſt $mv = 2gf(t) = 2g\, F(T) = MV$.

Es mag daher die veränderliche Kraft p oder P von der Zeit t wie immer abhängen, jene mag auf die beliebige Maſſe m oder M wie immer lange wirken, ſo iſt allemal das unmittelbar hervorgebrachte Motuiſiziren, dem Kraftmomente $\int p\, dt$ oder $\int P\, dt$ proportional, d. h. der Summe der Produkte aus den ſucceſſiven Kraftwerthen in die Zeitelemente, binnen welchen jene Kraftwerthe beſtanden.

Daſſelbe gilt in der Wärmetheorie, vom unmittelbaren Calorifiziren, welches wir algebraiſch ſo ausdrücken:

$C = A. \int p\,dt$, worin C das binnen der Zeit t durch die Wärmekraft p, zugewachſene unmittelbare Calorifiziren, und A eine conſtante Größe iſt. Bei Integration von $p\,dt$, iſt dann die Conſtante ſo zu beſtimmen, daß $\int p\,dt$ mit t verſchwinde. In dieſem Sinne haben wir alſo, bei einerlei Maſſe M, die binnen verſchiedenen Zeiten t', t'', t''', ———, verſchiedenen Wärmekräften p', p'', p''', ... , ausgeſetzt wurde, wobei verſchiedene Geſetze ſtatt fanden, für die Incremente an unmittelbarem Calorifiziren, die Gleichungen: $C' = A \int p'dt'$, $C'' = A \int p''dt''$,

$$C''' = A \int p'''dt'''$$, u. ſ. w.

Iſt in dieſen verſchiedenen Fällen, die Temperatur von M geſtiegen, und zwar, erſtlich von τ' auf τ, dann von τ'' auf τ, dann von τ''' auf τ, dann u. ſ. w., und hat dieſem gemäß, das Queckſilber im Thermometer, an Volum zugenommen, um folgende Functionen: erſtlich um $f(\tau - \tau')$, dann um $f(\tau - \tau'')$, dann um $f(\tau - \tau''')$, dann u. ſ. w., ſo würde die quantitative Relation zwiſchen C' und $f(\tau - \tau')$, dann zwiſchen C'' und $f(\tau - \tau'')$, dann zwiſchen C''' und $f(\tau - \tau''')$, dann u. ſ. w., oder allgemein zwiſchen C_x und $f(\tau - \tau_x)$, die quantitative Relation angeben, die ſtatt findet, zwiſchen dem Incremente an unmittelbarem Calorifiziren, oder zwiſchen dem Momente der Wärmekraft, und zwiſchen dem entſprechenden Incremente an mittheilendem Volumifiziren, von Seite der gegebenen Maſſe M, gegen die gegebene Queckſilbermaſſe im Thermometer.

§. 207. Ich will hier nur die Methode angeben, wie man dieſem intereſſanten Geſetze, durch Verſuche auf die Spur kommen könne, und wie man hiedurch die Relation zwiſchen dem Momente der Wärmekraft und mittheilendem Volumifiziren, oder (in der Sprache der Atomiſtiker) zwiſchen der Quantität der Wärme und der Temperatur, oder zwiſchen den Graden des Calorimeters und jenen des Thermometers (das ich lieber ein Thermoſkop nennen möchte) finden könne. Die eigentlichen Verſuche hierüber, die ſehr delikat ſind, und das ſich hierauf ſtützende Geſetz, will ich erſt in den Nachträgen zu dieſer Schrift bekannt machen.

§. 208. Man nehme deſtillirtes Waſſer; ferner ein ringsum verſchließbares Gefäß, aus ſogenannten ſchlechten Wärmeleitern, d. h. aus ſolcher Materie zuſammengeſetzt, in welchen der Typus zum Calorifiziren möglichſt ſchwach geweckt wird, ſo, daß das darin eingeſchloſſene Waſſer ein nur ſehr unbedeutendes mittheilendes Volumifiziren ausübt, ſich beinahe lediglich auf das eigene Volumifiziren beſchränkt, und daher (dem Geſetze der Trägheit gemäß) an dieſer Action beinahe keine Veränderung erleidet *). Endlich neh-

*) Eben ſo ändert ſich am bewegten Körper beinahe nichts in der eigenen Bewegung, wenn er im Stoße an andere, in dieſe nur wenig einwirkt, wenn er z. B. die Körper nur ſtreift, ſtatt ſie central zu ſtoßen.

Digitized by Google

me man ein sehr empfindliches Queckſilber-Thermometer. Auch muß durch eine eigene Vorrichtung möglich gemacht seyn, das Waſſer im Gefäße unter einander zu rühren, bei ringsum verſchloſſenem Gefäße. Das Gefäß wird nur während des ſchnell zu verrichtenden Waſſereingießens geöffnet; die ganze übrige Zeit aber beſtändig verſchloſſen gehalten. Nach jedem Einguße wird ſogleich das Waſſer im Gefäße gerührt, um ſogleich die ganze Flüſſigkeit auf einerlei Temperatur zu bringen, wo dann dieſe Temperatur ſogleich aufgeſchrieben wird. Das Waſſer wird immer dem Gewichte nach gemeſſen.

Man unterſuche vorläufig ſein Thermometer an den Waſſermaſſen von verſchiedener Temperatur, und zwar in der Rückſicht, daß das Waſſer von einerlei Temperatur bei jeglichem Gewichtantheile, am Thermometer dieſelbe Temperatur anzeige, als die Gewichteinheit des Waſſers für ſich abgeſondert, am Thermometer anzeigt, welches ſtrenge genommen unmöglich iſt, aber doch näherungsweiſe ſtatt finden kann. Dieß wird nämlich dann ſtatt finden, wenn die Gewichteinheit am Waſſer, und alle Gewichte, unter welchen die Temperatur des Waſſers gemeſſen wird, groß genug gegen die Maſſe des Queckſilbers im Thermometer ſind, daß dieſe Maſſe gegen jene beinahe verſchwindet. Die Erfahrung beweiſt dieſes; es iſt aber auch leicht aus der dynamiſchen Wärmetheorie einzuſehen, wie uns der Stoß bei unelaſtiſchen Körpern auf eine analoge Weiſe darthut. Hier folgt nämlich aus $MC + mc = MV + mv$, und aus $V = v$, der Werth für den Zuwachs an Geſchwindigkeit in der geſtoßenen Maſſe m, ſo: $v - c = \frac{M(C - c)}{M + m}$; ändert man nun hier auch M, jedoch ſo, daß alle Werthe von M ſo groß gegen m ſind, daß m gegen ſie alle beinahe verſchwindet, ſo iſt $v - c$ bei allen jenen verſchiedenen großen Werthen von M, näherungsweiſe unveränderlich $= C - c$.

Die Verſuche ſind alſo mit kleinen Thermometern und beträchtlichen Waſſermaſſen anzuſtellen, und die Einheit der Waſſermaſſen (die Gewichteinheit) iſt groß anzunehmen.

Nun zu den Verſuchen ſelbſt.

Man gieße zu dem Waſſer vom Normalgewichte Q, und von der hohen Normaltemperatur T, das wir kurz das Normalwaſſer nennen wollen, nach einander die Waſſerquantitäten q', q'', q''', u. ſ. w., von den Temperaturen τ', τ'', τ''', u. ſ. w. (wobei man jeden dieſer Verſuche immer wieder auf dieſelbe Weiſe vornimmt); und zwar in ſolchen Verhältniſſen, daß die nach jedem Einguße gerührte Maſſe, nacheinander dieſelbe Normaltemperatur τ erhält [$\tau < T$, aber $\tau > \tau' > \tau'' > \tau'''$ u. ſ. w., daher $q' > q'' > q'''$ u. ſ. w.]

In allen dieſen ſucceſſiven Operationen, iſt eine und dieſelbe die Maſſe Q, von der

Temperatur T, auf jene τ erniedrigt worden; alſo iſt in allen dieſen ſucceſſiven Operationen in der Maſſe Q, einerlei Verminderung am unmittelbaren Calorifiziren, entſtanden. Dieſe conſtante Verminderung am unmittelbaren Calorifiziren in der Maſſe Q iſt einer auf dieſelbe binnen der jedesmaligen Dauer $= t$ der Ausgleichung der Temperatur, (zwiſchen Q und q', oder zwiſchen Q und q'', oder zwiſchen Q und q''' oder . . . . . .) nach irgend einem Geſetze continuirlich negativ wirkenden Wärmekraft zuzuſchreiben, deren Moment $\int p'dt = \int p''dt = \int p'''dt \ldots . \int p_x dt = N$ in allen Operationen einerlei Werth haben muß. Nach dem Geſetze der gleichen Reaction, in jeder dynamiſchen Wechſelwirkung, hatte aber, in allen Operationen das jedesmalige Moment, der poſitiv auf die Maſſen q', q'', q''', ... q_x, wirkenden Wärmekraft, einerlei Werth, und zwar jenen $\int p_x dt = N$. Das auf die Einheit der Maſſe ausfallende Moment der poſitiv wirkenden Wärmekraft, binnen der jedesmaligen Dauer $= t$ des Ausgleichens der Temperatur (des Streites unter den Maſſen Q und q', oder Q und q'', oder . . . ., bei der wechſelſeitigen Umſtimmung der Typen zum Calorifiziren), war alſo in den ſucceſſiven Operationen $= \frac{N}{q'}, \frac{N}{q''}, \frac{N}{q'''}$, u. ſ. w. $\frac{N}{q_x}$; wodurch in den Maſſen q', q'', q''' ——— q_x, alſo auch in den Gewichteinheiten derſelben folgende Temperaturserhöhungen entſtanden: $\tau - \tau'$, $\tau - \tau''$, $\tau - \tau'''$, ——— $\tau - \tau_x$; ferners: wodurch die eigenen Ausdehnungen ——— (die man durch Verſuche ausmitteln kann), die Incremente an eigenem Volumifiziren $\varphi(\tau - \tau')$, $\varphi(\tau - \tau'')$, $\varphi(\tau - \tau''')$ . . . . . $\varphi(\tau - \tau_x)$ . . . . . an der Gewichteinheit; ferner, wodurch die Incremente an mittheilendem Volumifiziren an der Gewichteinheit $= f(\tau - \tau')$, $f(\tau - \tau'')$, $f(\tau - \tau''')$ ——— $f(\tau - \tau_x)$, entſtanden. Und ſo ließen ſich denn, durch Interpoliren, allgemein die Gleichungen anſetzen, welche die Relation zwiſchen folgenden Größen angeben möchten: dem Temperatursincremente $\tau - \tau_x$, dem Incremente an eigenem Volumifiziren $\varphi(\tau - \tau_x)$, dem Incremente an mittheilendem Volumifiziren (gegen des Thermometers Queckſilbermaſſe) $f(\tau - \tau_x)$, und dem hiezu erfoderlichen (binnen irgend einer Zeit t, nach irgend einem Geſetze, wirkenden) Momente der Wärmekraft $\frac{\int p_x dt}{q_x} = \frac{N}{q_x}$, Alles auf die Gewichteinheit bezogen.

§. 209. Wenn ein Körper in einem unbegränzten Mittel abkühlt, z. B. eine erhitzte Metallkugel in kalter Luft*), ſo iſt dieß, nach unſerer Anſicht der Wärmeaction,

*) Dieß erklären die Atomiſtiker durch ein Ausſtrahlen von Wärmeſtoff, welches abnimmt, wie das umgebende Mittel die Temperatur des ausſtrahlenden Körpers annimmt. Ausſtrahlen von Wärme und Licht, wird von den Atomiſtikern als ein centrales Ausſtrömen fingirter Materien erklärt (Wärmeſtoff, Lichtſtoff). Die Erſcheinungen der ſtrahlenden Wärme am Hohlſpiegel, ſelbſt am Pris-

das Resultat der Wechselwirkung zwischen dem Körper und dem Mittel, welche Wechselwirkung größer oder kleiner ist, je nachdem der Typus zur Wärmeaction in beiden Massen auf eine mehr oder minder verschiedene Weise geweckt ist; das Resultat dieser Wechselwirkung ist dann bloß am Körper wahrnehmbar, nicht am unbegränzten Mittel, da das hier auf die Masseneinheit ausfallende Moment der Wärmekraft $= \frac{\int p_x dt}{\infty} = 0$ ist.

Eben so ändert sich bloß die Geschwindigkeit C einer Masse M, wenn diese an die mit der Geschwindigkeit c laufende Masse $= \infty$ stößt, wobei c keine Veränderung erleidet.

§. 210. Wir nehmen ein Erwärmen zwischen den Körpern M und m an, wenn sie einander auch nicht berühren, in welchem letzten Falle wir die Erscheinung, strahlende Wärme (mit dem Atomistiker) zu nennen, nicht anstehen; nur denken wir uns hiebei nicht eine ausstrahlende Wärmematerie, sondern eine ihre Operationslinien, vom Centro nach allen Seiten hin entwerfende Kraft, in deren Wesenheit zu dringen, wir nicht wagen, wohl dessen auch nicht bedürfen. So betrachten wir die strahlende Wärme, auf eben die Weise, als wir die Action des Leuchtens, an einem andern Orte, betrachten werden (mathematische Entwicklung der Lichterscheinungen).

§. 211. Nennen wir T und t die Temperaturen des erhitzten Körpers und der ihn umgebenden Luft, am Ende irgend einer Zeit t, ferner T_0 und t_0 dieselben Temperaturen, zu Anfange der Zeit t, so bestehe folgende (aus den Erscheinungen hergeleitete) Gleichung $\log.(T-t) = \log.(T_0-t_0) - At$. Sollte dieß Gesetz nicht bloß innerhalb gewisser Gränzen statt finden, sondern allgemein, für jeden Werth von t, so würde daraus folgen, daß T nie $= t$ werde, da für $T=t$ folgt: $t = \infty$; ein Gesetz, das eben so wenig ungereimt ist, als jenes, des endlichen Werthes, am Flächeninhalte, der durch die Hyperbel und durch die als Abscissenaxe angenommene Asymptote eingeschlossen ist, und der einem unendlich großen Werthe der Abscisse entspricht.

§. 212. Wir betrachten des Calorisiziren, und das Lumisiziren (die Wärme- und Leuchte-Action) als Resultate der von den Körpern ausgeübten Actionen, ohne eine Wärme- oder Licht-Materie zu fingiren (mathematische Entwicklung . . . . . der Wärme- und Licht-Erscheinungen). Wie läßt sich hiernach folgendes höchst auffallende Phänomen

---

ma, haben mit dem strahlenden Lichte, so große Analogie, daß beide Gattungen des Strahlens, als verschiedene Modificationen von einerlei Ausstrahlen angenommen werden können. Nun ließe sich an die Atomistiker die Frage stellen, warum denn der wesentliche Unterschied eintrete, beim Ausstrahlen dieser so ähnlichen Materien (Wärmestoff und Lichtstoff); daß erstere vom Centralkörper weniger ausströmt, wenn das Umgebende mehr erwärmt ist, als wenn es weniger erwärmt ist; daß hingegen Lichtstoff unabänderlich gleich ausströmt, sey das Umgebende wie immer stark oder schwach beleuchtet?

Digitized by Google

begreifen? Wenn der Körper M jenen m erwärmt, so nimmt die eigene Wärme des erstern ab; d. h. der Körper M verliert durch objectives Calorifiziren an subjectivem Calorifiziren; er verliert durch mittheilendes Volumifiziren, an eigenem Volumifiziren sowohl als an der Fähigkeit, in andern Körpern den Typus zum Volumifiziren zu wecken; (ganz auf dieselbe Weise verliert eine Masse M, die sich geschwinder als jene bewegt, und an diese stößt, am subjectiven Motuifiziren sowohl, als an der Fähigkeit, eine Masse m' zu beschleunigen, wenn die Masse M gegen die Masse m ein objectives Motuifiziren ausgeübt hat). Nicht genug; der erwärmte Körper M verliert am subjectiven Calorifiziren um so mehr, je ansehnlicher sein objectives Calorificiren ist, folglich, auf einem je geringeren Grade m ursprünglich selbst calorifizirt [M kühlt um so mehr ab, je kälter m vor der Wechselwirkung zwischen M und m ist]. Ganz anders verhält sich dieß beim Lumifiziren. Wenn der leuchtende Punkt b den dunkeln Punkt a beleuchtet, so nimmt des erstern Leuchten nicht ab; d. h. der Punkt b verliert durch objectives Lumifiziren, an subjectivem Lumifiziren nichts; er verliert nichts durch Auffodern zum Standpunktverkünden, am eigenen Standpunktverkünden; er verliert nichts an der Fähigkeit, andere Punkte zum Standpunktverkünden aufzufodern (mathematische Entwicklung der Lichterscheinungen). Daher ist es auch für das Lumifiziren von b gleichgültig, ob ursprünglich der Punkt a mehr oder weniger beleuchtet war.

Diese wesentliche Verschiedenheit, im Charakter des Calorifizirens und in jenem des Lumifizirens, folgt aus der zweifachen Natur jener beiden Actionen. Das Calorifiziren bezieht sich auf ein Raumergreifen, ein Raumfassen, ein Aneignen des Raumes; das Calorifiziren äußert sich schaffend. Das Lumifiziren bezieht sich auf das bloße Verkünden, eines schon vorläufig ergriffenen, gefaßten, angeeigneten Raumes; das Lumifiziren äußert sich blos als Manifestation einer schon bestehenden Beziehung auf den Raum.

Wenn der Körper b jenen a erwärmt, d. h. wenn b jenen a zur Veränderung im Volumifiziren auffodert; so besteht eine Auffoderung zum Hervorbringen; diese Auffoderung setzt also Kraftaufwand voraus, muß daher am Auffodernden Erschöpfung nach sich ziehen, die eigene Action muß abnehmen; das eigene Volumifiziren in b muß abnehmen, wenn b das a auffodert, sein Volumifiziren zu ändern.

Wenn hingegen der Punkt b jenen a beleuchtet, so fodert er ihn auf, seinen schon vorhandenen Standpunkt im Raume zu verkünden. Ehe der Punkt a leuchtete, nahmen schon die Punkte b und a dieselben Standpunkte im Raume ein; es bestand schon damals die Beziehung jener Standpunkte auf die übrigen Standpunkte im Raume. Durch das Leuchten des Punktes a entstand weder eine neue Raumergreifung noch eine neue Beziehung der Standpunkte auf andere Punkte des Raumes und wechselseitig auf einan-

Digitized by Google

der. Durch das Lichtwerden des Punktes a, wurde also nichts hervorgebracht; sondern die schon bestehende Beziehung kam bloß zu ihrer Manifestation. Die Auffoderung zum Leuchten, setzt daher keine Erschöpfung an dem eigenen Lumifiziren im Punkte b voraus; daher das eigene Lumifiziren des Punktes b nicht abnimmt, wenn der Punkt b den Punkt a, und wie viel immer andere Punkte noch zum Leuchten auffodert.

Folgende Analogie mag zu einer weitern Meditation über diesen abstracten Gegenstand Gelegenheit geben.

Wenn mir ein Körper als eine Kugel vom Halbmesser r erscheint, so darf ich annehmen, der Körper sey auch schon damals als Kugel vom Halbmesser r bestanden, als ich ihn noch nicht bemerkt hatte. Das Bild einer Kugel vom Halbmesser r ist in mir entstanden durch Einwirken des Körpers auf mich. Es hat nämlich der Körper mich aufgefodert, das Bild einer Kugel vom Halbmesser r in mir hervorzurufen. Hier ist eigentlich nichts anderes geschehen, als, daß die Beziehung zwischen dem Körper als Object und zwischen mir als Subject, zur Manifestation hervorgetreten ist, indem ich zum Bewußtseyn dieser Beziehung gelangt bin. Hier ist durch Einwirken des Körpers auf mich, durch dessen an mich gestellte Auffoderung, das Bild seines plastischen Ausdrucks in mir hervorzurufen, eigentlich Nichts hervorgebracht worden, sondern es ist bloß unsere wechselseitige Beziehung hiedurch manifestirt worden. Daher war jene Auffoderung mit keiner Erschöpfung an eigener Action verbunden. Der Körper vermindert an seinem Erscheinen als Kugel vom Halbmesser r nicht das Allergeringste, mag er auch im Geiste von wie viel immer lebenden Individuen, das Bild der Kugel vom Halbmesser r hervorgebracht haben.

§. 213. Wir kehren nun wieder zu unsern mathematischen Betrachtungen, am weiter oben angegebenen calorimetrischen Apparate, zurück, wobei wir das Calorifiziren an der Einheit der Wassermasse berücksichtigten.

Da die Masseneinheit, unter verschiedenen Umständen, bei verschiedenen Körpern, durch einerlei Moment der Wärmekraft, nicht einerlei Increment an eigenem Volumificiren $= \varphi(\tau - \tau_x)$, wohl aber einerlei Increment am unmittelbaren Calorifiziren $= C_x$ binnen der Zeit t_x erhält, so muß der der Wärmekraft ausgesetzte Körper, nach Verschiedenheit der Umstände, eine das effective eigene Volumifiziren bedingende Action ausüben, die wir die bedingende Action, und die sich hierauf beziehende Kraft, die der Masseneinheit zukömmt, die bedingende Kraft $= p_x$ nennen wollen. Es ist leicht zu begreifen, daß $C_x - \varphi(\tau - \tau_x)$ jenes Moment der Bestrebungen nach eigenem Volumifiziren ausdrücke, welches Moment mit jenem im Gleichgewichte steht, das binnen der Zeit t von der bedingenden Kraft p_x ausgeübt wird. Wir haben also $C_x - \varphi(\tau - \tau_x) = A \int p_x dt$, worin A constant ist.

Ein Beispiel aus der analytischen Mechanik mag die Analogie zu unserer Behauptung liefern. Es werde die Masse M, von der Kraft p, binnen einer Zeit t, getrieben; und es sei V die Geschwindigkeit, welche unter diesen Umständen die Masse M am Ende der Zeit t erlangen würde, wenn nicht eine entgegenwirkende Kraft p veranlassen möchte, daß die Masse M bloß die Geschwindigkeit v am Ende der Zeit t erreicht. Diesem gemäß ist (bei jedem Gesetze von $p = F(t)$ und $p = f(t)$)

$$dv = \frac{2g\,(p-p)\,dt}{M}, \text{ also}$$

$$2g \int p\,dt - Mv = 2g \int p\,dt;$$

$$\text{oder da } dV = \frac{2gp}{M}\,dt, \text{ folglich}$$

$$MV = 2g \int p\,dt \text{ ist,}$$

$$MV - Mv = 2g \int p\,dt.$$

Das Increment des totalen Motuisizirens weniger dem Incremente des effectiven Motuisizirens, ist proportional, dem Momente der (das Increment des effectiven Motuisizirens) bedingenden Kraft.

§. 214. Die bis hierher vorgetragenen mathematischen Ansichten, rücksichtlich des Calorisizirens am Wasser, gewähren folgende tabellarische Uebersicht.

Nr. des Versuchs.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Moment der Wärmekraft.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am unmittelbaren Calorifiziren.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum an eigenem Volumifiziren [in Theilen des ursprünglich kleinern Volums der Masseneinheit ausgedrückt] *).	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Moment der bedingenden Kraft.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum der Temperatur.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am mittheilenden Volumifiziren, gegen des Thermometers unbedeutende Quecksilbermasse.
I.	$\frac{\int p' dt}{q'} = \frac{N}{q'}$	$\frac{A . \int p' dt}{q'}$	$\frac{\alpha'}{w'} = \varphi(\tau - \tau')$	$B . \left(\frac{A \int p' dt}{q'} - \varphi(\tau - \tau') w'\right)$	$\tau - \tau'$	$f(\tau - \tau')$
II.	$\frac{\int p'' dt}{q''} = \frac{N}{q''}$	$\frac{A . \int p'' dt}{q''}$	$\frac{\alpha''}{w''} = \varphi(\tau - \tau'')$	$B \left(\frac{A \int p'' dt}{q''} - \varphi(\tau - \tau'') w''\right)$	$\tau - \tau''$	$f(\tau - \tau'')$
III.	$\frac{\int p''' dt}{q'''} = \frac{N}{q'''}$	$\frac{A . \int p''' dt}{q'''}$	$\frac{\alpha'''}{w'''} = \varphi(\tau - \tau''')$	$B \left(\frac{A \int p''' dt}{q'''} - \varphi(\tau - \tau''') w'''\right)$	$\tau - \tau'''$	$f(\tau - \tau''')$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
x	$\frac{\int p_x dt}{q_x} = \frac{N}{q_x}$	$\frac{A . \int p_x dt}{q_x}$	$\frac{\alpha_x}{w_x} = \varphi(\tau - \tau_x)$	$B . \left(\frac{A \int p_x dt}{q_x} - \varphi(\tau - \tau_x) w_x\right)$	$\tau - \tau_x$	$f(\tau - \tau_x)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

*) Ist nämlich das ursprünglich kleinere Volum der Masseneinheit, bei der Temperatur $\tau_x = w_x$, und das Volum der Masseneinheit, bei der Temperatur $\tau = w_x + \alpha_x$, so ist $\varphi(\tau - \tau_x) = \frac{\alpha_x}{w_x}$.

§. 215. Die Masse des Wassers, welche von irgend einer Temperatur $\tau_x = y$, auf die Normaltemperatur τ erhöht wird (indem jene Masse mit der Wassermasse Q von der Normaltemperatur T, vermischt wird), jene Masse q, muß eine Function von $\tau - y$ seyn, die sich durch Versuche und Interpoliren möchte finden lassen. Wir setzen indessen $q_x = \psi(\tau - y)$; und daher ist $\frac{\int p_x \, dt}{q_x} = \frac{N}{\psi(\tau - y)}$; ferner ist das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der bedingenden Kraft

$= B\left(\frac{A \,.\, N}{\psi(\tau - y)} - \varphi(\tau - y)\, w_x\right)$, wenn das Wasser von y° auf τ° der Temperatur erhoben wird. In beiden Ausdrücken sind N, τ, A, B, constante Größen.

Es ist daher

$B\left(A \,.\, N \,.\, \frac{\psi'(\tau - y)\, dy}{(\psi(\tau - y))^2} + \varphi(\tau - y)\, dw_x + w_x\, d.\varphi(\tau - y)\right)$, wobei (nach dem Differenziren, die Zeichen (—) geändert wurden) der Ausdruck für das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der bedingenden Kraft, wenn die Wassermasse von y° auf $(y + dy)$° der Temperatur erhoben wird, welches näherungsweise auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein sehr kleines endliches Incrementum der Temperatur y° darstellt.

Aus ähnlichen Gründen ist $\frac{N \,.\, \psi'(\tau - y) \,.\, dy}{(\psi(\tau - y))^2}$, wobei nach dem Differenziren das Zeichen (—) geändert wurde, der Ausdruck für das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der Wärmekraft, wenn die Wassermasse von y° auf $(y + dy)$° der Temperatur erhoben wird, welches näherungsweise auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein sehr kleines endliches Incrementum der Temperatur y° darstellt.

Bezeichnen wir daher durch z das auf die Einheit der Wassermasse erfoderliche Moment der Wärmekraft, um die Wassermasse von a° auf y° der Temperatur zu erheben ($a < y$, und a constant, hingegen y veränderlich), so ist $dz =$

$= N \frac{\psi'(\tau - y)\, dy}{(\psi(\tau - y))^2}$, also: $z = \frac{N}{\psi(\tau - a)} - \frac{N}{\psi(\tau - y)}$. Es wird also durch ein Moment der Wärmekraft Z, eine Wassermasse M, von a° auf y° erwärmt, wenn

I.) $Z = \frac{MN}{\psi(\tau - a)} - \frac{MN}{\psi(\tau - y)}$ ist *).

*) Nach den calorimetrischen Versuchen von Lavoisier und Laplace, würde folgen, es sey Z dem y proportional, wenn angenommen werden dürfte, es sey die geschmolzene Eismasse im

Dieß Reſultat iſt nicht bloß für die Wiſſenſchaft von dem höchſten Intereſſe, ſondern auch für die Bedürfniſſe des bürgerlichen Lebens ſehr wichtig. Wir dürfen mit ziemlicher Genauigkeit annehmen, daß bei gut conſtruirten Heizungen der Keſſeln (wie z. B. an den neueſten engliſchen Dampfmaſchinen) das Moment der Wärmekraft, das auf die Flüſſigkeit wirkt, dem verbrannten Brennſtoffe = S proportional ſey; daher denn letztere Gleichung auch den Brennſtoff quantitativ angibt, der erfodert wird, um eine Waſſermaſſe = M, von a° auf y° zu erwärmen, wenn man Z durch C . S ſubſtituirt, worin C eine Conſtante iſt, die aus einem zuverläſſigen Verſuche beſtimmt werden muß.

Drücken wir aus der letzten Gleichung, y durch Z oder durch C . S aus,

II.) $y = \Psi . (M, N, \tau, a, Z) =$

$= \Psi . (M, N, \tau, a, C . S)$, worin bloß y, Z, S, veränderlich ſind, ſo iſt die Temperatur y ausgedrückt, zu welcher die Waſſermaſſe M, vom Temperaturgrade a aus, durch das Moment der Wärmekraft Z, oder durch den verzehrten Brennſtoff S, erhoben wird.

Durch die Gleichungen:

III.) $U = M . B \left(\frac{A . N}{\psi(\tau - a)} - \frac{A . N}{\psi(\tau - y)} - \varphi(\tau - a) - \varphi(\tau - y)\, w_x \right)$, und

IV.) $y = \Phi (M, N, \tau, a, B, A, U, w_x)$, wobei letztere Gleichung aus erſterer entſtand, indem man y allein auf eine Seite der Gleichung brachte, iſt das Moment der bedingenden Kraft U, durch den Temperaturgrad y ausgedrückt, auf welchen, die Waſſermaſſe M, vom Temperaturgrade a aus erhoben wird; und umgekehrt.

Wenn die Waſſermaſſe M von der Temperatur a, mit der Waſſermaſſe M′ von der Temperatur a′ (ohne Wärmeverluſt) vermiſcht wird, ſo iſt während der Zeit des Streites zwiſchen beiden Maſſen eine Wärmekraft wirkſam, welche (nach dem Geſetze der Gleichheit zwiſchen Action und Reaction) binnen jedem Zeitelemente gleich ſtark poſitiv und negativ auf beide Maſſen wirkt; wenn der Streit vorüber iſt, und beide Maſſen die gemeinſchaftliche Temperatur y erlangt haben, ſo iſt jede Maſſe, durch einerlei Moment der Wärmekraft von entgegengeſetzten Werthen, influenzirt worden; es beſteht daher (Gleichung I) die Gleichung

---

Calorimeter dem Momente der Wärmekraft proportional, wogegen ich manchen Zweifel hege. Beim Uebergehen eines Körpers aus dem cryſtalliniſchen in den flüſſigen Zuſtand, und umgekehrt, ſcheint die Wärmekraft, bloß als die Hinderniſſe aufhebend zu erſcheinen, hingegen der Uebergang aus einem Aggregatzuſtande in den andern, als eine eigene Action aufzutreten, die gar wohl einem eigenthümlichen Geſetze folgen könnte. Waſſer friert bei mehreren Graden unter dem Frierpunkte, erſt bei Berührung mit Eisnadeln u. ſ. w.

$$\psi(\tau - y) = \frac{\psi(\tau - a) \cdot \psi(\tau - a')(M - M')}{M \cdot \psi(\tau - a') - M' \cdot \psi(\tau - a)}$$

woraus ſich der gemeinſchaftliche Wärmegrad des Gemenges y finden läßt.

§. 216. Gewiſſe Körper M und m von verſchiedener Qualität, gegen einander in calorifizirende Wechſelwirkung gebracht, äußern ſich ſehr energiſch im mittheilenden Volumifiziren gegen einander. Das wechſelſeitige Abkühlen und Erwärmen geſchieht ſehr ſchnell; das Gegentheil erfolgt bei den verſchiedenen Körpern M' und m'. Erſteres findet z. B. ſtatt zwiſchen Metall und Metall, letzteres zwiſchen Metall und Holz; ja noch auffallender iſt es, daß erſteres ſtatt findet zwiſchen Metall mit rauher Oberfläche und Luft, letzteres zwiſchen Metall mit glatter Oberfläche und Luft. Auch läßt ſich hiernach leicht begreifen, daß, wenn M mit m ſich ſchnell abkühlt, ſich auch M mit m ſchnell erhitze. Auf eine analoge Weiſe iſt der Austauſch der Geſchwindigkeiten, beim Stoße verſchieden, nach der Qualität der ſtoßenden Körper; anders bei harten und weichen, anders bei elaſtiſchen Körpern.

Iſt p die binnen dem Elemente dt jener Zeit, während welcher zwei Maſſen M und m gegen einander nach Ausgleichung der Temperatur ſtreiten, wirkende Wärmekraft (welche, poſitiv auf die eine Maſſe, negativ auf die andere wirkend, die eine erwärmt, die andere abkühlt; eben ſo, wie die zwiſchen zwei Maſſen wirkende Stoßkraft, die eine Maſſe beſchleunigt, die andere verzögert); ſo iſt der Zuwachs oder die Abnahme an dem binnen der Zeit t in jeder Maſſe vermehrten oder verminderten unmittelbaren Caloriſizieren $C = A \int p\,dt$.

Beziehen wir p und C auf M und m; hingegen p' und C' auf M' und m'; ſetzen $p = k$, und $p' = k - l$; ſo haben wir $C = Akt$, hingegen $C' = A(k - l)t$; wir haben alſo hier zwiſchen M und m einen ſtärkern Wärmetauſch, als zwiſchen M' und m', für einerlei Dauer t der Wechſelwirkung, bei jedem Werthe von t. Wäre aber $p = k$, $p' = nt$, ſo wäre $C = Akt = Bt$, und $C' = \frac{Ant^2}{2} = Dt^2$; hier wäre alſo der Wärmetauſch zwiſchen M und m größer, eben ſo groß, oder kleiner, als der Wärmetauſch zwiſchen M' und m', je nachdem z. B. der Wärmetauſch beiderſeits bezogen würde, auf die Dauer $= \frac{1}{2}\frac{B}{D}$ oder $= \frac{B}{D}$ oder $= 2\frac{B}{D}$.

So erklärt ſich denn das verſchiedentliche Abkühlen und Erwärmen der Körper unter einander, ſo wie die Erſcheinung, daß auch der kälteſte Körper einen noch kältern erwärmen und der heißeſte Körper einen noch heißern abkühlen könne [der wie immer langſam bewegte Körper, beſchleunigt im Stoße den noch langſamer bewegten Körper; der wie immer ſchnell bewegte Körper, verzögert im Stoße den noch ſchneller bewegten Körper], aus un-

ſerer auf bloße Actionen gegründeten Wärmetheorie, auf die ungezwungenſte Weiſe. Wir bedürfen hier keines aus- und einſtrömenden Wärmeſtoffs, und des Princips des beweglichen Gleichgewichts (principe de l'équilibre mobile) wornach Prévost ein beſtändiges Aus- und Einſtrömen von Materie annimmt, und behauptet, der Körper ſteige, falle an Temperatur, oder behalte ſie unveränderlich bei, je nachdem das Einſtrömen $>$ $<$ oder $=$ gegen dem Ausſtrömen iſt. Das Zunehmen an Temperatur iſt unſern Anſichten gemäß, eben ſo die Veränderung eines Zuſtandes, als das Zunehmen an Geſchwindigkeit. Die veranlaſſenden Urſachen zu dieſen Veränderungen nennen wir Wärmekraft und mechaniſche Kraft; wir nehmen eben ſo ungern einen Wärmeſtoff an, als einen Bewegungsſtoff.

§. 217. Wenn die Maſſe M gegen jene m (zweier beliebiger Körper z. B. Metall und Luft), in jene Umſtände verſetzt wird, unter welchen eine caloriſizirende Wechſelwirkung eintreten könnte, und es beſteht ein ſolches Verhältniß zwiſchen dem unmittelbaren Caloriſiziren C und jenem c an den Maſſen M und m, daß jene Wechſelwirkung zu Null wird, daß nämlich kein wechſelſeitiges Erwärmen und Abkühlen ſtatt hat, ſo wird nichts deſto weniger die Maſſe M eine andere caloriſizirende Einwirkung auf die Maſſe m' eines dritten Körpers (z. B. Queckſilber) äußern können, als dieß m thun wird. Bei angenommenen Graden des unmittelbaren Caloriſizirens der Maſſen M, m, m', wird die Einwirkung von M auf m' ſo wie die Einwirkung von m auf m', von der Maſſe m' abhängen; wir bezeichnen jene Einwirkungen durch $Am' + Bm'^2 + Cm'^3 + \text{———}$ und durch $am' + bm'^2 + cm'^3 + \text{———}$.

Iſt m' ſehr klein, ſo dürfen wir jene Einwirkungen durch Am' und am' ausdrücken; in dieſem Falle ſind aber der Erfahrung gemäß, die Einwirkungen einander gleich, (im Falle eines kleinen Werthes der Queckſilbermaſſe m' am Thermometer ſteigt nämlich das Thermometer ſo hoch in der Maſſe M als in jener m, wenn M und m einander nicht wechſelſeitig abkühlen und erwärmen); es iſt daher $A = a$.

Folgende Analogie aus der Mechanik mag das Geſagte erläutern. Wenn M eine vollkommen weiche, m eine vollkommen elaſtiſche Maſſe iſt, und wenn m' eine vollkommen elaſtiſche, gegen M und m verſchwindende (ſehr kleine) Maſſe iſt; wenn ferner M und m vor ihrem Stoße an m', deren Geſchwindigkeit $= c'$ iſt, die Geſchwindigkeiten C und c haben; wenn überdieß jene dreierlei Geſchwindigkeiten, nach dem Stoße zwiſchen m und m', zu folgenden werden, C zu V und c zu v, ferner im erſten Falle c' zu W' im zweiten Falle c' zu w'; ſo iſt im erſten Falle $W' - c' = C - c'$, im zweiten Falle, $w' - c' = 2(c - c')$. Iſt M von m nur der Qualität nach verſchieden, aber $M = m$ der Quantität nach, und $C = c$, ſo iſt im erſten Falle $W' - c' = C - c'$, im zweiten Falle $w' - c' = 2(C - c')$. Hier äußert ſich an den zwei-

erlei Körpern, von einerlei Maſſe und Bewegung, alſo von einerlei Grade des Motuifizirens = MC, zweierlei mittheilendes Motuifiziren gegen m', daher es ſehr falſch wäre, m' als einen Motuometer für M und M zu betrachten.

Man könnte hier gleichſam ſagen: Das Motuifiziren ſey in beiden Körpern M und M gleich, aber die Bewegungstemperatur dieſer Körper ſey verſchieden, wie der Meſſer der Bewegungstemperatur m' beweiſt. Warum iſt aber die Bewegungstemperatur bei M und M gegen m' verſchieden? Weil aus dem verſchiedenen Charakter der Weichheit und Elaſticität, eine verſchiedene Art des Umſtimmens am Typus zum Motuifiziren, im Körper m' folgt.

Wenn daher auch der weiche Körper M, und der elaſtiſche Körper M, durch einerlei Moment von mechaniſcher Kraft, in Bewegung geſetzt worden, ſo iſt es doch ſehr begreiflich, wenn dieſe beiden Körper (gegen m') eine verſchiedene Bewegungstemperatur äußern. Eben ſo kann einerlei Gewichtantheil von zwei verſchiedenen Subſtanzen durch einerlei Moment der Wärmekraft, durch einerlei Menge verwendeten Brennmaterials, verſchiedene Temperaturen erhalten, d. h. ſich verſchiedentlich gegen das Thermometer äußern. Zwei qualitativ verſchiedene, aber quantitativ gleiche Maſſen M und M, durch einerlei Moment der Wärmekraft influenzirt, erhalten einerlei Grad des unmittelbaren Calorifizirens, und dennoch äußern ſie verſchiedene Temperaturen; d. h. ihr mittheilendes Volumifiziren gegen Queckſilber m' iſt verſchieden; d. h. ſie wecken den Typus zum Volumifiziren im Queckſilber m' auf verſchiedene Weiſe. Die Thermometer (welche wir, wie ſie bisher conſtruirt ſind, lieber Thermoſcope nennen ſollten), mögen daher immerhin das mittheilende Volumifiziren der Körper M und M, gegen einerlei Körper, z. B. gegen Queckſilber, andeuten, nicht aber das unmittelbare Calorifiziren von M und M.

Die hier bloß mit Rückſicht auf Action, ohne angenommene Wärmeſtoffe betrachtete Erſcheinung, erklärt der Atomiſtiker durch die verſchiedenen Wärmecapacitäten, durch ein mehreres oder minderes Verſchlucken oder Binden des Wärmeſtoffs. Warum nimmt man denn aber in der Mechanik nicht ein verſchiedenes Verſchlucken oder Binden eines Bewegungsſtoffs an? Was berechtigt uns denn, eher einen Wärmeſtoff, als einen Bewegungsſtoff anzunehmen? Wir nehmen nicht nur keine latente Wärme an, ſondern wir ſubſtituiren in unſerer Theorie gar nichts für jenen Begriff, da dieſer ſich bloß auf Beſeitigung ener (ſich dem Atomiſtiker aufdringenden) Schwierigkeit bezieht, die bei einer Betrachtung der Wärmeerſcheinungen, gar nicht vorfallen kann, wo alles bloß als Action betrachtet wird, ohne Annahme eines Wärmeſtoffs, wie in der Mechanik Alles als Action betrachtet wird, ohne Annahme eines Bewegungsſtoffes.

Digitized by Google

§. 218. Wir kommen nun zu den Erscheinungen des Lichtes.

In dem Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen wurden die zwei Hauptgesetze der Katoptrik und Dioptrik, nämlich vom gleichen Auffalls- und Zurückwerfungswinkel, ferners vom Gebrochenwerden zum Perpendikel, oder vom Perpendikel unter einem beständigen Verhältnisse der Sinusse des Einfalls- und Brechungswinkels vorgetragen.

Ferners wurde daselbst gezeigt, wie diese Gesetze ausgedrückt werden müssen, wenn sie sich bloß auf die Erscheinungen, so wie sich diese uns darstellen, beziehen sollen, ohne stillschweigend eine Hypothese in sich zu fassen. Diesen Ansichten gemäß bediene ich mich hier statt der Ausdrücke Einfallswinkel, Brechungswinkel, Zurückwerfungswinkel folgender Ausdrücke: Winkel der Strahlenaxe; Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche; Winkel der eingebildeten Linie vor der Fläche; wobei sich Alles auf den bekanntermaßen gefällten Perpendikel bezieht.

§. 219. Unter übrigens gleichen Umständen, wird der Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche (Brechungswinkel) kleiner, wenn das Mittel dichter und brennbarer ist, welches vielleicht nach den neuern Ansichten der Chemie besser so ausgedrückt würde: der erwähnte Winkel nimmt ab, wenn das Mittel dichter, und wenn es (an der Voltaischen Säule) mehr positiv elektrisch ist. Daher wird dieser Winkel weit kleiner ausfallen, wenn unter übrigens gleichen Umständen das Mittel Wasserstoff, als wenn es Sauerstoff ist (wir sprechen hier immer von dem Falle, wo nach der angenommenen Weise, sich auszudrücken, der Strahl aus einem dünnern in ein dichteres Mittel übergeht) *).

Die Dichtigkeit unserer Atmosphäre nimmt mit der Annäherung an unserer Erde zu; dieß muß nach dem oben angeführten Gesetze zur Folge haben, daß ein leuchtender Punkt uns nicht da erscheint, wo er wirklich ist. Nach der angenommenen Hypothese von der Bewegung und Abienkung des Lichtes in seiner Bahn, wird das Gesetz dieses Phänomens auf eine Curve bezogen, welche der Strahl vom leuchtenden Punkte bis zu unserm Auge durchlaufen soll. Hier unterscheidet man bekanntlich die astronomische und irdische Strahlenbrechung; das Gesetz, vorzüglich der letztern, ist noch sehr unbestimmt. Eine Hauptschwierigkeit ist hier jene, daß sowohl der leuchtende Punkt, als das Auge des Beobachters mit eigenen Dunstkreisen umgeben sind, bei denen die Gesetze der Brechbarkeit sich so schwer bestimmen lassen **).

---

*) Eine merkwürdige Ausnahme von diesem Gesetze will Brewster gefunden haben (Gilb. Annal. 1815), indem er behauptet, es besitze das chromiumsaure Bleyoxyd unter allen bis jetzt untersuchten Körpern die größte strahlenbrechende Kraft, die größte doppelte Strahlenbrechung und die größte farbenzerstreuende Kraft. Sollte die Brennbarkeit des Chroms und Bleies hier so vorherrschend wirken?

**) Ich fasse diesen Gegenstand gefließentlich so kurz, da er schon an einem andern Orte weitläuftiger erörtert wurde (Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen).

§. 220. Merkwürdig ſind die Erſcheinungen der ſogenannten doppelten Strahlenbrechung, und der Polarität des Lichtes, welche wir nach unſern Anſichten die Erſcheinungen der Beleuchtung hinter und vor der Fläche in zwei verſchiedenen Punkten, oder auch die Erſcheinung der doppelten eingebildeten Linie hinter und vor der Fläche nennen könnten.

Um durch neue Ausdrücke nicht undeutlich zu werden, und zugleich um nicht in unnütze Weitläuftigkeit zu verfallen, will ich hier das Phänomen der ſogenannten doppelten Strahlenbrechung nach der bisher üblichen Sprache der Dioptrik vortragen; erinnere aber dabei, man möge die hier vorkommenden Ausdrücke als bloße Abkürzungszeichen betrachten, und ſie ja nicht in ihrem buchſtäblichen Sinne nehmen; indem ſonſt ganz gegen den Geiſt dieſer Schrift, ſchon im Vortrage der Erſcheinungen den Hypotheſen freier Eingang geſtattet werden möchte, welches doch nur in den Erklärungen der Erſcheinungen geſchehen darf.

Wenn die Axe des Strahles irgend einen Winkel mit der Oberfläche eines isländiſchen Cryſtalls, oder irgend eines andern Cryſtalls von doppelter Strahlenbrechung bildet, ſo wird der Strahl im Cryſtalle getheilt, und bildet zweierlei Brechungswinkel (d. h. es finden zwei aus einem Punkte auslaufende eingebildete Linien hinter der Fläche und folglich zwei Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche, ſtatt) *). Einer dieſer Winkel iſt allemal ſo groß, daß unter ſeinem Sinus und jenem des Einfallswinkels (des Winkels der Strahlenaxe) ein beſtändiges Verhältniß ſtatt findet; hingegen iſt der andere Winkel einem andern Geſetze unterworfen; es iſt nämlich ſein Sinus eine ganz eigene Function des Sinus am Einfallswinkel. Nach der angenommenen Hypotheſe von der Materialität und Bewegung des Lichtes, ferner von der Theilung des Lichtes in zwei Strahlen, nennt man jenen Strahl, welcher ſich auf den erſten Winkel bezieht, den Strahl der ordentlichen Brechung, und jenen der ſich auf den letztern Winkel bezieht, den Strahl der außerordentlichen Brechung **) (rayons de réfraction ordinaire et extraordinaire) ***).

Hauptſection (Section principale) heißt in der Theorie der doppelten Brechung die durch die Cryſtallaxe geführte Ebene, nach deren beiden entgegengeſetzten Seiten die

---

*) Recherches expérimentales et mathématiques par Biot. Mémoire sur une modification remarquable qu' éprouvent les rayons .... par Arago. Aeußerſt intereſſante Entdeckungen hierüber danken wir neuerdings Brewster; in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1815.

**) Nach unſern Anſichten könnten ſtatt dieſer hypothetiſchen Ausdrücke, folgende, die keine Hypotheſe in ſich faſſen, gewählt werden: Eingebildete Linie von der ordentlichen und außerordentlichen Lage.

***) Dieß Phänomen wurde von Huygens entdeckt; die dabei ſtatt findenden Geſetze wurden von Laplace und Biot berechnet.

Theilung des Strahles allemal erfolgt, man mag den Crystall um die erwähnte Crystallaxe wie immer drehen.

Das Phänomen der Lichtpolarisation, welches von Malus entdeckt wurde *), besteht wesentlich darinn; zwei unbelegte Spiegelplatten A, B werden gegen einander so gestellt daß der auf A unter 35°25′ einfallende Sonnenstrahl reflectirt auf B unter 35° 25′ auffällt; wird nun B, ohne den Neigungswinkel mit dem Strahle zu ändern, so gedreht, daß der von B reflectirte Strahl die größte Dichtigkeit erlange; so wird in jenem Falle von B gar nichts reflectirt werden (sondern der auffallende Strahl gänzlich durchgelassen werden), wenn B so gedreht wird, daß die Zurückwerfungsebene auf jener senkrecht steht, die dem dichtesten zurückgeworfenen Strahle entsprach. Wäre der Strahl auf B, bei allen Wendungen von B, nicht unter 35° 25′, sondern unter einem andern beständigen Neigungswinkel aufgefallen, so wäre zwar bei keiner Lage von B der Strahl gänzlich zurückgeworfen und gänzlich hindurchgelassen worden; allein das Maximum und Minimum der Dichtigkeit in den reflectirten Strahlen hätte abermals in jenen zwei um 90° von einander verschiedenen Lagen statt gefunden, wie zuvor **).

Wird ein aus einem leuchtenden Punkte emanirter Lichtstrahl mit einem rhomboidischen isländischen Spathe a, senkrecht aufgefangen, so theilt sich der Strahl in zwei Strahlen, deren einer o, der réfraction ordinaire, der andere e, der réfraction extraordinaire unterliegt.

Wird jeder dieser zwei aus a tretenden Strahlen mittelst eines rhomboidischen, isländischen Spathes b senkrecht aufgefangen, so entsteht folgendes: 1) Ist die Section principale in b parallel zu jener in a, so erleidet der Strahl o eine réfraction ordinaire, hingegen der Stral e eine réfraction extraordinaire, und keiner der beiden Strahlen wird getheilt. 2) Ist die Section principale in b senkrecht auf jener in a, so erleidet der Strahl o eine réfraction extraordinaire, hingegen jener e eine réfraction ordinaire und keiner der beiden Strahlen wird getheilt, d. h. die Refractionen werden verwechselt. 3) Ist die Section principale in b mit jener in a weder parallel, noch unter einem rechten Winkel geneigt, so erleidet der Strahl o eine réfraction ordinaire und extraordinaire, eben so erleidet der Strahl e eine réfraction ordinaire und extraordinaire.

---

*) Auch hierüber hat Brewster neue Entdeckungen hinzugefügt.

**) Die hypothetischen Ausdrücke: reflectirter Strahl, durchgelassener Strahl, wären durch folgende umzutauschen: eingebildete Linie nach dem beleuchteten Punkte vor der Fläche von B, und eingebildete Linie nach dem beleuchteten Punkte hinter der Fläche von B. Der hypothetische Ausdruck: Dichtigkeit des zurückgeworfenen oder durchgelassenen Strahls, wäre durch folgenden zu vertauschen: Intensität der Beleuchtung des Punktes vor und hinter der Fläche von B.

Das eben Geſagte findet ſtatt, nicht bloß wenn a und b Rhomboide von isländiſchem Spathe ſind, ſondern auch dann, wenn ſie, was immer für Cryſtalle von doppelter Strahlenbrechung ſind; es kann ſogar b ein Cryſtall von einer andern chemiſchen Zuſammenſetzung, als jener a ſeyn.

Aehnliche Bemerkungen finden ſtatt für das ſo eben Folgende: Wird der von der unbelegten Spiegelplatte A unter 35° 25′ reflectirte Strahl (ſtatt von der unbelegten Spiegelplatte B aufgefangen zu werden) durch einen rhomboidiſchen, isländiſchen Spath ſenkrecht aufgefangen ſo erleidet dieſer Strahl im isländiſchen Spathe bloß réfraction ordinaire, oder bloß réfraction extraordinaire, oder réfraction ordinaire und extraordinaire, je nachdem die Sections principales des isländiſchen Spathes parallel oder nach ſenkrechter Richtung, oder in ſchiefer Richtung zur Brechungsebene des Strahles laufen u. ſ. w.

Merkwürdig und ganz neu iſt die Entdeckung, daß beim isländiſchen Cryſtalle und bei andern Cryſtallen von doppelter Strahlenbrechung auch eine doppelte Farbenzerſtreuung ſtatt finde, d. h. daß der Strahlenbündel der réfraction ordinaire eine andere Farbenzerſtreuung, als der Strahlenbündel der réfraction extraordinaire äußert *).

Malus theilte einen Lichtſtrahl mittelſt eines Kalkſpathrhomboids, und ließ die zweierlei Strahlen auf eine ruhige Waſſerfläche auffallen; bei zweckmäßiger Anordnung des Ganzen, ergab ſich folgendes: Der Strahl von réfraction ordinaire erlitt eine partiale Reflexion (wie ein gewöhnlicher Lichtſtrahl), der Strahl von réfraction extraordinaire wurde vom Waſſer gänzlich gebrochen, erlitt eine totale Refraction, ohne alle Reflexion. Dieſe Verſuche deuten auf eine Analogie in der Polariſirung des Lichtes, mittelſt Cryſtallen von doppelter Strahlenbrechung, und mittelſt Reflexion (wobei für einen und denſelben Strahl die Reflexionsebenen in zwei auf einander folgenden Fällen ſenkrecht ſich ſchneiden).

§. 221. Da in dem Artikel **Anatomismus und Plaſticismus am Anorganiſchen** die Phänomene des prismatiſchen Bildes, der ſogenannten Farbenzerſtreuung vorgetragen wurden, und zwar in ſolchen Ausdrücken, die (dem Geiſte dieſer Schrift gemäß) keine Hypotheſen in ſich faſſen, ſondern die Erſcheinung, wie ſie ſich uns unmittelbar darſtellt, beſchreiben; ſo verweiſe ich bloß dahin, ohne dieſe zwar hieher gehörigen Gegenſtände, noch einmal zu wiederholen.

Nach Lüdickes Verſuchen über die Phänomene der ſogenannten Farbenzerſtreuung, muß

*) Dieſe Entdeckung iſt von **Brewſter**.

man annehmen, daß eine Beugung der Lichtstrahlen nöthig ist, damit das Licht des gebeugten Strahles in verschiedenen Punkten auf das Prisma falle, bei diesem Auffallen verschiedene Einfallswinkel habe, und vermöge dieser und der Gestalt des Prisma verschiedentlich gebrochen, und nach Beschaffenheit der Gasart zerstreut werde. Wenn also die Mitte des Bildes eines Lichtstrahls, der durch eine Oeffnung hindurch geht, und auf ein Prisma fällt, weiß ist, und nur die Ränder gefärbt erscheinen, so rührt dieß daher, daß die mittleren Strahlen durch die Ränder der Oeffnung nicht gebeugt worden sind. Das weiße prismatische Licht ist von anderer Natur als das freie. Beugung des Lichtes vor oder hinter dem Prisma ist zur Entstehung des Bildes nöthig. Alle Körper beugen das Licht gleich stark. Prismatisches weißes Licht gibt nach einmaliger Beugung schon Farben; hingegen freies erst nach einer zweimaligen *).

Am prismatischen Bilde (spectrum solare) scheint in jedem einzelnen Farbenbilde, der Chemismus sich auf eigene Weise zu äußern, wie Ritter, H. Davy und mehrere andere gezeigt haben. Es mag hier eine Analogie mit den Erscheinungen an der voltaischen Säule bestehen. Indeß sind dieß noch Vermuthungen, die sich bloß auf dunkle Vorstellungen beziehen **).

§. 222. Unter den mancherlei Erklärungsmethoden des Phänomen der Farbenerscheinungen gehört unter andern jene von Seebek ***), welcher nur drei Hauptfarben annimmt: Gelb, Roth, Blau, u. s. w.

§. 223. Im Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen wurde das eigentliche Wesen der leuchtenden und beleuchteten Körper schon erörtert; ich verweise also auf diesen Gegenstand dahin.

Eben so wurde daselbst das Wesen durchsichtiger und undurchsichtiger Körper erörtert.

§. 224. Nach der angenommenen Theorie von der centralen Ausstrahlung des Lichts bei einem leuchtenden Körper, es mag dieser eigenes oder erborgtes Licht ausstrahlen, d. h. ein leuchtender Körper an und für sich, oder ein beleuchteter Körper seyn; nach dieser Hypothese wird angenommen: Es werde ein Punkt nur dann gesehen, wenn die Spitze des

---

*) Ich habe hier, um leichter verstanden zu werden, die allgemein üblichen Ausdrücke: Beugung u. s. w. beibehalten, ob sie gleich stillschweigend die Hypothese von der Materialität und Bewegung des Lichtes voraussetzen. Ich begnüge mich bloß zu erinnern, man müsse diese Ausdrücke nicht in ihrem buchstäblichen Sinne nehmen, sondern sie auf dieselbe Weise auslegen, wie dieß bei den Ausdrücken, Brechung und Zurückwerfung der Strahlen von mir geschehen ist. Die Beugung läßt sich gleichfalls durch eine eingebildete Linie, welche von der Are des Strahles abweicht, ausdrücken. . . .

**) H. Davy gibt in seinen Elementen des chemischen Theils der Naturwissenschaft einige Winke hierüber 1 Th. S. 188.

***) Schweiggers Journal 1. Band.

Lichtkegels an diesem Punkte und die Basis desselben Kegels an unserm Auge sich befindet. Der Winkel, den an unserm Auge die Axen zweier solcher Lichtkegel, die zwei leuchtenden Punkten entsprechen, bilden, heißt der Sehwinkel. Dieser und die vermuthete Entfernung des Gegenstandes mit einander combinirt, erwecken in uns die Beurtheilung die Größe eines angenommenen Gegenstandes; und hiernach lassen sich die mancherlei optischen Täuschungen erklären.

Unterwerfen wir diesen Gegenstand bloß solchen Ansichten, wo die Lichterscheinungen keinem materiellen Lichtstoffe zugeschrieben, sondern als eigenthümliche Actionen betrachtet werden, so fallen die Begriffe von materiellen Lichtkegeln ganz hinweg; und diese Kegel beziehen sich bloß mehr auf die Operationslinien des Lumisizirens, wie wir dieß in der Folge weitläufiger zeigen werden.

§. 225. Die Beleuchtung einer Fläche ist rücksichtlich der Intensität verschieden, wenn man diese Fläche dem leuchtenden Punkte in verschiedenen Entfernungen aussetzt. Man darf hier annehmen, die Intensität der Beleuchtung sey dem Quadrate der Entfernung verkehrt proportional.

Die Erklärung dieser Erscheinung fällt sehr leicht, nach dem Emanationssysteme, wenn man die Intensität des Lichts der Dichte desselben proportional setzt.

Man kann aber auch die Beleuchtung einer Fläche als eine bloß dynamische Wechselwirkung zwischen dem leuchtenden Punkte und der Fläche betrachten. Man kann annehmen, daß der leuchtende Punkt den Typus im beleuchteten Körper zu umstimmen strebt, und daß die Erscheinung der Beleuchtung nichts anders sey, als die Manifestation des Streites während der Umstimmung der Typen (so wie der Druck beim Stoße die Manifestation des Streites ist), indem die Beleuchtung sogleich aufhört, wenn die Einwirkung des leuchtenden Körpers auf den beleuchteten aufhört. Wird zu gleicher Zeit der beleuchtete Körper erwärmt, so dürfen wir das Phänomen der Erwärmung nicht als die Aeußerung des Streites bei der Umstimmung der Typen betrachten, indem die Wärmeerscheinung am erwärmten Körper auch dann noch fortdauert, wenn die Einwirkung des leuchtenden Körpers aufhört.

Hier läßt sich vielleicht die Erwärmung auf die Umstimmung des Typus, hingegen die Beleuchtung auf den Streit während der Umstimmung des Typus beziehen (so wie wir an einem andern Orte beim Stoße der Körper, den Druck auf den Streit, hingegen die veränderten Geschwindigkeiten auf die umstimmten Typen bezogen haben; so wie wir beim chemischen Processe Wärme- Licht- Elektrizitäts-Erscheinungen auf den Streit, hingegen das veränderte chemische Verhalten des Resultats auf die Umstimmung der Typen bezogen haben; so wie wir bei Veränderung des Aggregatzustandes, die Action nach Contraction auf den Streit, hingegen die resultirende Action nach Expansion auf die Umstim-

mung des Typus bezogen haben). Nach dieſen Anſichten iſt zwar das geometriſche Geſetz der Veränderlichkeit, der Intenſität, der Beleuchtung nicht dargethan, ob es ſich gleich hiernach begreifen läßt.

Kömmt es demnach bloß darauf an, eine Hypotheſe aufzuſtellen, wornach ſich die Erſcheinung erklären läßt, ſo verdient allerdings das Emanationsſyſtem, und eben ſo das Vibrationsſyſtem (denn beide führen auf dieſelben Reſultate) beibehalten zu werden. Ich wiederhole aber die, für ein ferneres Gedeihen der Philoſophie der Natur ſo wichtige Ermahnung, man möge bei dergleichen Erklärungen ja nie vergeſſen, daß die Baſis derſelben bloße Hypotheſen ſeyen, die nur dazu dienen ſollen, uns in unſern Folgerungen und fernern Verſuchen zu leiten, die aber ja nie als ausgemachte Wahrheiten gleich Axiomen, betrachtet werden dürfen; da wir ſonſt nothwendiger Weiſe in jene dem Forſchen nach Wahrheit ſo nachtheilige Geiſtesſtimmung verfallen müßten, wobei die Erſcheinungen nicht mehr, unmittelbar, wie ſie ſich uns darſtellen, ſondern mit vorgefaßten Meinungen aufgefaßt werden. Wir ſehen dann die Wirklichkeit nicht mehr wie ſie iſt; wir ſehen die Welt durch Prismen, wo alles in verſchobenen Geſtalten erſcheint.

Wenn ein dunkler Körper durch die Einwirkung des Leuchtens in den Zuſtand des Brennens verſetzt wird, und während dem Brennen auch dann noch fortleuchtet, wenn der leuchtende Körper hinweggenommen wird, ſo iſt dieß kein Einwurf gegen die Hypotheſe, daß Temperaturerhöhung am dunkeln Körper ſich auf die Umſtimmung des Typus, hingegen Beleuchtung auf den Streit bei dieſer Umſtimmung beziehen. Denn das Brennen und das damit verbundene Leuchten, erfolgt nicht im luftleeren Raume, ſondern nur im Sauerſtoffgaſe oder einem andern das Verbrennen unterſtützenden Gaſe; ja es hört augenblicklich auf, wie der brennende Körper aus der unmittelbaren Berührung mit dieſem Gaſe tritt; in dieſem Falle nämlich hört das Leuchten des Körpers ſogleich auf, wohl aber dauert ſeine erhöhte Temperatur noch eine längere Zeit fort. In dem hier angeführten Falle des Brennens können wir demnach nicht ſagen: das Leuchten des Körpers iſt die Aeußerung des durch den leuchtendem Körper im dunkeln Körper geweckten Typus zur leuchtenden Action; ſondern wir müſſen ſagen: die Erwärmung des dunkeln Körpers iſt die Aeußerung des in ihm höher geweckten Typus zur wärmenden Action (da dieſe fortdauert, wenn auch der dunkle Körper aus aller Wechſelwirkung mit irgend etwas andern hervortritt); hingegen iſt das Leuchten des dunkeln Körpers bloß die Aeußerung des Streites einer Wechſelwirkung unter dem dunkeln Körper und einem andern Körper (indem dieß Leuchten ſogleich aufhört, wenn der dunkle Körper aus einer ſolchen Wechſelwirkung tritt); und zwar iſt Folgendes hier zu unterſcheiden: 1) entweder erſcheint der dunkle Körper bloß als beleuchtet, ohne zu brennen, wo dann dieß Beleuchtetſeyn die Aeußerung des Streites während der Wechſelwirkung zwiſchen dem beleuchteten und dem

Digitized by Google

leuchtenden Körper ist; 2) oder der dunkle Körper leuchtet im Zustande des Verbrennens; und in diesem Falle ist das Leuchten des dunkeln Körpers eine Aeußerung des Streites zwischen dem dunkeln Körper und dem oben benannten Gase. Ist die Entzündung des dunkeln Körpers durch Einwirken des leuchtenden Körpers hervorgebracht worden, so hat nicht unmittelbar der leuchtende Körper den dunkeln entzündet, indem diese Entzündung im luftleeren Raume nie erfolgt wäre, auf welch einen hohen Temperaturgrad der leuchtende Körper den dunkeln auch immerhin gebracht haben möchte; es hat in diesem Falle der leuchtende Körper weiter nichts bewirkt, als den dunkeln Körper dahin zu stimmen, mit dem Gase in jene Wechselwirkung zu treten, woraus das Phänomen des Verbrennens hervorgeht. Ist dieses einmal eingetreten, so dauert es fort, wenn auch der leuchtende Körper zu existiren aufhört; aber das Phänomen des Verbrennens hört augenblicklich auf, wenn das Gas zu existiren aufhört. Wenn durch fortdauernde Einwirkung des leuchtender Körpers auf den dunkeln das Verbrennen dieses letztern, wenn es auch schon im Gange ist, verstärkt wird, so widerspricht dieß den eben angestellten Ansichten nicht; hier geschieht nichts, als daß durch Einwirken des leuchtenden Körpers auf den beleuchteten, letzterer immer mehr und mehr gestimmt wird, in eine allmählig energischere Wechselwirkung mit dem Gase zu treten.

Da die Phosphorescenz auch als ein langsames Verbrennen betrachtet werden kann, so ist sie kein Einwurf gegen unsere hier aufgestellten Ansichten, es wäre dann, daß die Erscheinungen der Phosphorescenz, bei den sogenannten Lichtsaugern auch im luftleeren Raume vor sich ginge (denn das Leuchten z. B. des faulen Holzes, welches nicht durch vorläufiges Einwirken eines leuchtenden Körpers auf das faulende Holz entsteht, ist nichts anderes, als das Leuchten eines leuchtenden Körpers, nicht aber das Leuchten eines dunkeln Körpers, der durch Einwirkung eines leuchtenden Körpers zum Leuchten gestimmt wurde). Da aber überhaupt einzelne Anomalien einer Theorie, die übrigens mit den allgemeinen Erscheinungen übereinstimmt, uns nicht bewegen dürfen, eine solche Theorie zu verwerfen; so müßte bei den Lichtsaugern wohl untersucht werden, ob sie ohne allen Zutritt eines das Verbrennen unterstützenden Gases, auch wirklich zu leuchten vermögen. Wenn dieselben auch unter dem ausgepumpten Recipienten einer Luftpumpe, ohne Einwirken des leuchtenden Körpers (z. B. in einem vollkommen dunkeln Zimmer) fortleuchten möchten, so wäre dieß noch kein Beweis, daß dieß Leuchten ohne Einwirken von Luft vor sich gehe; denn man kennt die Adhäsion der Lufttheilchen an den Oberflächen fester Körper; es wäre nämlich gar wohl möglich, daß der ganze innere Raum der Glocke ganz luftleer wäre, indeß der Luftsauger an seiner Oberfläche mit einer dünnen Luftschicht bedeckt bliebe, welche hinreichen möchte, eine geraume Zeit hindurch, jenes schwache Verbrennen zu unterhalten, welches sich als ein Phosphoresciren darstellt.

Digitized by Google

§. 226. Wenn wir uns auf verschiedene Höhen über dem Meeresniveau erheben, so bemerken wir eine Veränderung an der blauen Farbe des heitern Himmels. In Europa *) zeigt das Sauſſur'ſche Cyanometer auf einer Höhe von 2438 Toiſen gegen 39°, auf den Anden aber 41°; erhebt man ſich auf ihnen auf 3000 Toiſen, ſo zeigt es 46° (denſelben Grad hat Gay-Luſſac auf derſelben Höhe über Paris beobachtet). Der Himmel erſcheint immer dunkler und dunkler, je höher man kömmt, welches vielleicht von der geringen Dichtigkeit und ihrem geringen Gehalt an Dünſten herrührt. Schwarz möchte er wohl erſcheinen, wenn wir uns über die Atmoſphäre erheben könnten. Im Durchſchnitt erſcheint der Himmel auf gleichen Höhen unter den Tropen dunkler, als in Europa. In Paris hat die Blaue des Himmels im Sommer, bei 25° Cent. 16° des Sauſſur'ſchen Cyanometers, unter dem Aequator aber 23° (von weiß bis ſchwarz ſind 53°).

§. 227. Unverkenntlich iſt die Wirkung des Lichtes auf die Functionen der Vegetation. Das Sonnenlicht bewirkt während der Vegetation vorzüglich die Entwicklung des brennbaren Stoffs, als namentlich des Kohlenſtoffs und Waſſerſtoffs. Im Dunkeln gewachſene Pflanzen ſind wäſſerig, zuckerartig, hingegen im Lichten gewachſene mehr öliger und harziger Natur. Bei erſtern prädominirt der Sauerſtoff (das negativ-electriſche); bei letztern der brennbare Stoff (das poſitiv electriſche). Dort herrſcht eine blaſſe Farbe (nach Newtons Anſichten wenig Abſorbtion des Lichts), hier eine dunkle (nach Newton viel Abſorbtion des Lichts). Vergleichen wir hier dieſe Gegenſätze, und bedenken daß (nach Newton) die Strahlenbrechung durch Attraction zum Lichte entſteht, und daß dieſelbe um ſo ſtärker iſt; je brennbarer der Körper iſt, ſo findet ſich in dem Ganzen eine ſchöne Uebereinſtimmung. Dieſelbe Uebereinſtimmung zeigt ſich z. B. auch an der Kohle in ihrem zweifachen Vorkommen; die Kohle als durchſichtiger Körper (als Diamant) äußert einen hohen Grad von Strahlenbrechung; und zugleich als undurchſichtiger Körper (Kohle), eine totale Lichtabſorbtion nämlich eine ſchwarze Farbe.

Das Licht mag auf die verſchiedenen Functionen des vegetativen Lebens einen eben ſo entſchiedenen Einfluß äußern, als die Action der Nerven des Gehirns und Rückenmarks auf die Functionen des Thierlebens. Da wir nun hier beſtimmte Syſteme von Nerven deutlich unterſcheiden können, deren jedes vorzüglich eine eigenthümliche Function in Thätigkeit ſetzt, ſo dürfen wir, nach Geſetzen der Analogie, vermuthen, daß die verſchiedenen dynamiſchen Modificationen des Lichts (nach Newton die verſchiedenerlei Strahlen des Lichts) gleichfalls ihre eigenthümlichen Wirkungen auf die verſchiedenerlei Functionen des vegetativen Lebens ausüben. Sind es nun jene dynamiſchen Modificatio-

*) Voyage d'Alexandre Humboldt. 1807.

nen des Lichts, wodurch die Erscheinungen der Farben (z. B. am Spectrum solare) entstehen (nach Newton die verschiedentlich gefärbten Strahlen); oder sind es jene dynamischen Modificationen des Lichtes, wodurch in der Gruppirung jenes Phänomen entsteht, das unter dem Namen der doppelten Strahlenbrechung bekannt ist, welche am vegetativen Leben die verschiedenen Functionen wesentlich in Thätigkeit setzen? Ist es z. B. (wenn wir uns nach der üblichen Weise, welche eine Materialität des Lichts voraussetzt, ausdrücken), das rothe Licht, welches vorzüglich auf diese, das violette Licht, welches vorzüglich auf jene Function hinwirkt? oder ist es der Strahl der ordentlichen Brechung, welcher vorzüglich auf diese, hingegen der Strahl der außerordentlichen Brechung, welcher vorzüglich auf jene Function hinwirkt? . . . . .? Es wäre sehr interessant, comparative Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, wobei alle übrigen Umstände gleichgesetzt würden.

§. 228. Es lassen sich die Erscheinungen des Lichtes auf die mannichfaltigste Weise erklären. In dieser Hinsicht verdient unter andern Soldner's Theorie des Lichts erwogen zu werden. Sie bezieht sich wesentlich hierauf:

Wenn einem festen Körper eine gewisse Temperatur gegeben wird, so wird er flüssig; erhöht man die Temperatur, so wird die Flüssigkeit Dampf, oder der Körper wird Luft. Erhöhet man die Temperatur noch mehr, so entsteht ein Phänomen, welches man mit dem Ausdruck bezeichnet: der Körper brennt. Man kann aber hier die Sprache ändern, und sagen, der Körper wird licht. Man braucht von keinem Lichtstoff zu sprechen, eben so wenig, wie man von einem Dampfstoff u. s. w. spricht.

§. 229. Ich beschließe das hier von den Lichterscheinungen Gesagte, mit meiner Theorie über dieselben, welche von den bisherigen Ansichten gänzlich abweicht.

Versuch einer mathematischen Entwicklung der Fundamentalgesetze der Lichterscheinungen, wobei diese bloß als Resultate gewisser Actionen betrachtet werden, und kein Lichtstoff vorausgesetzt wird.

§. 230. Wir wollen hier versuchen, die Fundamentalerscheinungen beim Vorderleuchten und Hinterleuchten, nämlich die sogenannte Reflection und Refraction (Ausdrücke, welche nicht rein aus der Erscheinung abgeleitet sind, sondern die vorgefaßte Ansicht einer Materialität des Lichtes, oder eines allgemein verbreiteten Aethers in sich fassen; kurz! Ausdrücke, welche das Emanations- oder Vibrations-System voraussetzen) auf eine Weise zu erklären, wel-

Digitized by Google

che weder darauf beruht, alle Erscheinungen aus einer bestehenden Materie, deren Existenz wir an sich doch nicht beweisen können, oder aus gewissen Schwingungen, Vibrationen, oder andern, ohne hinreichenden Grund ersonnenen Bewegungen, herzuleiten. Wir wollen vielmehr in unsern Erklärungen dahin streben, nichts annehmen zu müssen, von dessen Existenz wir nicht einen unmittelbaren Beweis ablegen können; wodurch freilich die Naturphilosophie weit abstracter werden muß, als wenn man allenthalben seine Zuflucht zu einer ersonnenen Materie oder Bewegung nimmt, und dann, auf eine sehr bequeme Weise, die Formeln der Mechanik auf den jedesmaligen Fall anwendet.

In der That läßt sich von der mathematisch-atomistischen Physik behaupten, daß alle Theile derselben, mögen sie sich auch auf die heterogensten Erscheinungen beziehen, nichts Anderes seyen, als unveränderlich dieselbe Anwendung mechanischer Gesetze auf solche Fälle, die entweder als mechanische Erscheinungen unmittelbar auftreten (und hier erscheint die Naturphilosophie auf einem Standpunkte von Evidenz, hier erreicht sie eine Tiefe, wie bisher dieß in keiner Wissenschaft, außer der reinen Mathematik aufzuweisen ist), oder denen man durch künstliche Fictionen, mechanische Erscheinungen unterschiebt; woraus man dann durch den Zauberstab der mathematischen Analyse zu den überraschendsten Resultaten gelangt, die mit der Erfahrung auf eine oft wunderbare Weise übereinstimmen; wobei freilich nicht vergessen werden darf, wie künstlich die ersten Hypothesen unaufhörlich so zugeschnitten werden, daß dann daraus jede Erklärung folgt; leider aber auch oft bei den Haaren hergezogen wird. Als Beleg zu dieser letzten Behauptung mag unter andern, die Methode dienen, wornach Biot in einem formelreichen Werke die Erscheinungen der Lichtpolarität zu erklären sucht.

Wenn ein Körper durch Stoß oder irgend eine andere mechanische Veranlassung einen Ton von sich gibt, welchen mein Ohr vernimmt, ohne mit dem Körper in unmittelbarer Berührung zu stehen, und wenn ich ferners mich überzeugt habe, daß dieser Ton meinem Ohre nur dann mitgetheilt werde, wenn zwischen diesen und dem Körper, Luft, oder ein anderer materieller Stoff in ununterbrochenem Zusammenhange steht; wenn ich endlich erfahren habe, daß der Ton einer vibrirenden Saite, woran ich die Vibrationen durch Berührung mit dem Finger deutlich wahrnehmen kann, nach Maaßgabe dieser Vibrationen sich ändert; so darf ich mit vieler Wahrscheinlichkeit, ja mit dem höchsten Grade empirischer Evidenz schließen, der Ton sey die Wirkung einer Vibration, und ich darf kühn auf diese höchst wahrscheinliche Hypothese, die Regeln der Mechanik anwenden, und hieraus den mathematischen Theil der Akustik entwickeln.

Wenn ich aber einen leuchtenden Punkt beobachte, und mich überzeugt habe, daß derselbe auch im luftleeren Raume leuchte, daß es keiner ununterbrochenen wahrnehmbaren materiellen Verbindung, zwischen dem leuchtenden Punkte und meinem Auge bedarf, um zwi-

ſchen beiden eine Reaction hervorzubringen; wenn ich ferners auf keine Weiſe eine Bewegung am leuchtenden Punkte oder an dem Zwiſchenmittel zwiſchen dem Punkte und meinem Auge, habe wahrnehmen können, welche Bewegung mit dem Leuchten nothwendig verbunden wäre; wenn ſich dieſes ſo verhält, ſo iſt es wahrhaftig eine bloße Fiction, eine nicht hinreichend gegründete Hypotheſe, wenn wir einen eigenen Lichtſtoff, oder eine gewiſſe Vibration eines auf keine Weiſe bemerkbaren Aethers, vorausſetzen wollen.

Wir müſſen Newton's Geiſte huldigen, welcher von dergleichen Fictionen ausgehend, ſo viele Erſcheinungen der Optik auf eine ſo genügende Weiſe zu entwickeln vermochte, aber nichts deſto weniger müſſen wir trachten, dahin zu gelangen, allmählig die Natur immer reiner und reiner zu betrachten, d. h. die Erſcheinungen ſo zu ſehen, wie ſie ſich uns wirklich darſtellen, und uns dem Ziele zu nähern, die Erſcheinungen auf eine Weiſe zu erklären, wobei wir bloß das annehmen, was wir wahrnehmen, nicht aber zu erkünſtelten Fictionen unſere Zuflucht nehmen. Wollten wir, durch die ſchönen Reſultate aus Newton's Theorie der Lichterſcheinungen geblendet, aus einem allzuheiligen Eifer für den ſeltenen Mann, uns nicht erkühnen die erſten Gründe dieſer Lehre zu unterſuchen, und zu verſuchen, ob nicht auf eine andere Weiſe, die freier von Hypotheſen wäre, die Lichterſcheinungen ſich erklären ließen, ſo wäre Newton's Lehre uns mehr ſchädlich als nützlich geworden; denn ſie ſollte uns ja zum Erforſchen der Natur auffodern, und ſtatt deſſen hätte ſie unſerm Geiſte, nur eine einſeitige Richtung ertheilt, welche ihn hindern müßte, die Natur in jener mannichfaltigen Fülle aufzufaſſen, wodurch allein eine lebendige Anſicht derſelben in uns hervortreten kann.

Ich will hier zu jenem Verſuche blos eine Veranlaſſung geben. Unvermögend in Newton's Fußtapfen zu treten, und eine umfaſſende ganz neu begründete Theorie des Lichtes, wie er dieß auf eine ſo bewunderungswürdige Weiſe that, zu ſchaffen, ſchränke ich mich hier darauf ein, die Fundamentalgeſetze der ſogenannten Reflexion und Refraction des Lichtes (Ausdrücke, die wir hier bloß als Metapher anwenden wollen) auf eine eigene Weiſe zu erklären, wobei weder eine Lichtmaterie, noch gewiſſe Bewegungen angenommen werden, ſondern wobei das Leuchten bloß als eine uns durch ihre Erſcheinung bekannte Action betrachtet wird, wobei wir aus der Art, wie dieſe Action vor ſich geht, auf die Natur des Typus zu dieſer Action ſchließen, ſo wie wir aus der Biographie irgend eines berühmten Mannes, deſſen Charakter uns herauszuheben bemühen. Zugleich trachten wir (aber ſtets mit der Vorſicht nicht in die vorgefaßten Anſichten der atomiſtiſchen Phyſiker zu verfallen) mathematiſche Anſichten, wo dieſe auf eine ungezwungene Weiſe ſich ergeben, mit einzuflechten; eine Aufgabe, die freilich äußerſt ſchwierig wird, indem hier der Rechnungsanſatz nicht nach ſchon bekannten Regeln der Mechanik conſtruirt werden darf, ſondern man ſich gezwungen ſieht, bei jedem Schritte, den Calcul auf eine neue Weiſe, an-

zuwenden. Dieſe Methode, die Natur zu betrachten, wird daher wohl nie eine erleichterte Methode für den Unterricht, oder für praktiſche Anwendungen herbeiführen, wohl aber möchte ſie einſtmalen dahin leiten können, die Natur auf eine geiſtigere vielſeitigere Weiſe zu betrachten, und alle Erſcheinungen, von Darſtellung des Cryſtalls an, bis zu den höchſten Schöpfungen des menſchlichen Geiſtes hin, auf eine homogene Art zu betrachten. Nun zu unſerem Gegenſtande ſelbſt.

§. 231. Das Leuchten iſt eine Action, wodurch ein materieller Punkt ſeinen Standpunkt im Raume nach allen Seiten hin, verkündet.

Dieſe Action tritt unter dem höchſten Grade von Selbſtbeſtimmung auf, äußert ſich am freieſten und vielſeitigſten am ſelbſtleuchtenden Punkte.

Der ſelbſtleuchtende Punkt leuchtet für ſich allein, ohne Einwirken eines andern auf ihn. Er leuchtet nach allen Seiten hin, und verkündet hiedurch ſeinen Standpunkt dem ganzen Raume. Die Action des Leuchtens, die Lumification, äußert ſich bei ihm nach jeder Seite hin, in einer geraden Linie (d. h. die Action des Leuchtens geht nach einem Geſetze der Continuität in allen Punkten irgend einer geraden Linie vor ſich, welche Linie man ſich vom leuchtenden Punkte aus, nach irgend einer Richtung gezogen, denkt; welches ſich äußert, wenn in jene verſchiedenen Punkte ein dunkler Körper gehalten wird, wo dann der Typus zur Lumification in demſelben in allen jenen Punkten nach einem Geſetze der Continuität geweckt wird. Um das Wie kümmern wir uns nicht), und in gleichen Abſtänden ringsum gleich ſtark; d. h. in allen Punkten der Oberfläche jener Kugel vom beliebigen Halbmeſſer, deren Mittelpunkt mit dem leuchtenden Punkte zuſammen fällt; in allen jenen Punkten äußert ſich die Lumification des leuchtenden Punktes ganz auf einerlei Art; und hiedurch wird denn der Standpunkt des leuchtenden Punktes im Raume, auf die geometriſch einfachſte und präciſeſte Weiſe angedeutet.

Wir wollen jene unendlich vielen geraden Linien, welche wir uns vom leuchtenden Punkte auslaufend, wie die Halbmeſſer einer Kugel denken, und in welcher die Lumification durch den leuchtenden Punkt in den verſchiedenen Entfernungen von demſelben, nach einem Geſetze der Continuität vor ſich geht, die Operationslinien des leuchtenden Punktes, nennen; ſo, daß wir ſagen können, die Operationslinien befolgen am ſelbſtleuchtenden Punkte nicht bloß den höchſten Grad der Symmetrie, ſondern ſie verhalten ſich zu einander als ganz gleich und ähnlich. Bei einer bloßen Symmetrie an den Operationslinien (z. B. wenn die Beleuchtung nach allen Seiten hin eine und dieſelbe wäre, und nur von einem Halbmeſſer angefangen in allen übrigen Halbmeſſern, welche gegen einander um 30 Grade geneigt wären, auf eine eigene, aber unter einander gleiche Weiſe, die Beleuchtung vor ſich ginge), wäre auch der Standpunkt des leuchtenden Punktes im

Raume mit geometrischer Präcision bestimmt, aber nicht mehr auf die allereinfachste Weise.

Da das Leuchten jene Aetion ist, wodurch der materielle Punkt, welcher leuchtet, seinen Standpunkt im Raume verkündet, so besteht in der Aetion des Leuchtens ein Streben, jenen Standpunkt auf die geometrisch einfachste und präciseste Weise anzudeuten. Ist nach Maßgabe der Umstände, beides nicht vereinbarlich, so wird wenigstens die Präcision, die Bestimmtheit als das Wesentlichste hervortreten, und die Einfachheit in den Mitteln hiezu wird nur in so ferne weichen, als sie gerade nothwendiger Weise dieses thun muß. Symmetrie wird demnach so viel wie möglich sich in allen Fällen an den Operationslinien einfinden, wenn gleich diese Symmetrie den höchsten Grad der Einfachheit nicht allemal erreicht, nämlich jenen, wo in allen Operationslinien vollkommene Gleichheit und Aehnlichkeit obwaltet.

§. 232. Denken wir uns den dunkeln Körper (Fig. III.) ABCD, bei welchem a irgend ein Punkt seiner Oberfläche ist, so wie den leuchtenden Punkt b, welcher letztere nach allen Seiten des Raumes hin, auf einerlei Weise leuchtet, denken wir diese beiden Körper in ein vollkommenes Vacuum versetzt; nehmen zwischen beiden weder eine ausstrahlende Lichtmaterie, noch einen feinen Aether an; sondern bleiben bloß bei demjenigen stehen, das wir unmittelbar beobachten können, nämlich dabei, daß wenn der Punkt a, welcher in der Oberfläche des Körpers ABCD sich befindet, in eine der Operationslinien b a des leuchtenden Punktes b versetzt wird, daß er leuchtet, und daß derselbe Punkt a sogleich zu leuchten aufhört, wie er in keiner Operationslinie des leuchtenden Punktes b sich befindet (wenn z. B. zwischen b und a ein Körper gesetzt wird, welcher die Action des Leuchtens hinter sich nicht fortsetzt, ein sogenannter undurchsichtiger Körper), so haben wir hiemit schon eine wichtige Stelle aus dem Verhalten des Punktes a ausgehoben, und wir dürfen hiernach die ersten Züge der Charakteristik desselben rücksichtlich seiner Lumification entwerfen.

Der Punkt a zeigt sich uns als vorherrschend passiv gegen den leuchtenden Punkt betrachtet; da er es aber ist, welcher einmal beleuchtet, den Typus zur Lumification in den übrigen Punkten des Körpers ABCD, oder auch in einem Punkte eines andern dunkeln Körpers, zu wecken bestimmt ist, so zeigt er sich in dieser letzten Hinsicht auch activ. Jedoch trägt auch sein actives Verhalten, da dieses dem passiven unterworfen ist, immer noch das Gepräge seines ursprünglichen Zustandes von Passivität; daher denn die Art und Weise, wie sich der Punkt a in der Ausübung der Lumification verhält, auch hievon Kunde geben muß. Es muß am Punkte a die Lumification (Action des Leuchtens), so vor sich gehen, daß dabei die Lumification eines Punktes überhaupt, zugleich aber auch jene Modificationen angedeutet werden, welche den Beziehungen des Punktes a, nach des-

sen jedesmaligen Verhältnissen entsprechen. Die Lumification des Punktes a muß sich als ein Leuchten eines Punktes überhaupt, zugleich aber auch als das Leuchten des Punktes a insbesondere, aussprechen.

Wäre der Punkt a kein integrirender Theil der Oberfläche des Körpers ABCD, sondern bloß ein abgesonderter für sich bestehender Punkt im Raume, so würde, wenn er in eine Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b versetzt würde, im Punkte a die Lumification folgendermaßen vor sich gehen müssen: der Punkt a würde ringsum nach allen Seiten hin auf einerlei Weise leuchten, da er vom Punkte b aufgefodert wird, zu leuchten, d. h. seinen Standpunkt im Raume zu verkünden. Da jedoch der Punkt a kein selbstleuchtender ist, so würde er in der Ausübung der Lumification seinen Charakter von Passivität aussprechen, er würde nämlich eine ausgezeichnete Operationslinie von a nach b annehmen, und hiedurch gleichsam den Charakter seiner Abkunft als ein Leuchtendes verkünden. Da aber zugleich im Leuchten eines Punktes das Streben besteht, auf eine geometrisch-präcise Weise den Standpunkt des leuchtenden Punktes anzudeuten, folglich das Streben besteht nach Symmetrie in den Operationslinien; so wird der Punkt a nicht bloß nach dem Punkte b hin, eine sich auszeichnende Operationslinie annehmen, sondern zugleich auch nach der entgegengesetzten Richtung a k. Und nach der entgegengesetzten Richtung zwar darum, weil, bei jeder andern Richtung die Frage entstehen könnte, warum die letztere Operationslinie a k, mit der Linie a b, noch einer Gegend des Raumes hin, sich neige, da doch die Umstände nach dieser Gegend hin, ganz dieselben wären, als nach der entgegengesetzten. Wir sehen hieraus, daß ein bloß materieller Punkt allemal nur durchsichtig seyn könne; daher es uns nicht wundern darf, wenn auch der undurchsichtigste Körper, wenn er sehr dünne geschlagen oder geschnitten wird, allemal einiges Licht hindurch läßt.

Ist aber der Punkt a kein freier Punkt im Raume, sondern an die Oberfläche des Körpers ABCD geheftet, so ist seine Action des Leuchtens nicht mehr frei nach allen Seiten hin dieselbe; er steht hierinfalls in einer Abhängigkeit von allen übrigen Punkten des Körpers ABCD, da es ja von diesen abhängt, in wie ferne sie die Action des Leuchtens in jenen Operationslinien gestatten wollen, welche in die Masse des Körpers ABCD fallen. Ueberdieß ist es der Punkt a, durch welchen ursprünglich der Typus zur Lumification allein in allen übrigen Punkten von ABCD geweckt werden kann. Der Punkt a steht also (rücksichtlich der Lumification) in einer ausgezeichneten Beziehung zu den übrigen Punkten von ABCD. Diese Beziehung dankt er aber dem Umstande, daß er ein Theil der Oberfläche AB ist, und daß er sich in a (welches in der Operationslinie b a liegt) befindet. Die Lumification des Punktes a muß daher eine Beziehung auf die Oberfläche AB in sich fassen, zugleich aber

Digitized by Google

auch auf den Standpunkt a in dieſer Oberfläche; folglich eine Beziehung auf die tangentirende Ebene $\alpha\beta$.

Der an der Oberfläche des dunkeln Körpers A B C D geheftete Punkt a, muß demnach in der Lumification eine zweifache Beziehung andeuten; nämlich rückſichtlich des leuchtenden Punktes b, und rückſichtlich der Oberfläche $\alpha\beta$, von welchem an er aus der Maſſe heraus, oder in dieſelbe hineln blickt.

Und erglbt ſich denn eine abgeſonderte Aeußerung der Lumification über der Fläche $\alpha\beta$, und unterhalb derſelben; nämlich eine zweifache Aeußerung der Lumification in der halben Sphäre m n d g, und in jener m h g; wobei jedoch der urſprüngliche Charakter des Leuchtens nie gänzlich verliſcht, nämlich nach allen Seiten hin zu leuchten, und ſo viel es die übrigen Umſtände zulaſſen, mit dem höchſten Grade der Symmetrie in den Operationslinien.

Das eben Geſagte, mag uns den Grundcharakter des Punktes a, als eines zur Action des Leuchtens fähigen verzeichnen; und es kömmt nun bloß mehr darauf an, den Punkt in die Umſtände der leuchtenden Action zu verſetzen, und mit Berückſichtigung des Erfolges, die ſich a priori ergebenden Reſultate aus uns ſelbſt zu conſtruiren. Auf ähnliche Art möge die Anthropologie die Geſchichte, und umgekehrt, dieſe jene beleuchten. Bei einem einmal bekannten Charakter läßt ſich die Handlungsweiſe in den mancherlei Umſtänden vorhinein vermuthen; und umgekehrt läßt ſich aus den beobachteten Handlungsweiſen der Charakter immer mehr und mehr ergründen.

Wir betrachten vorerſt die Lumification des Punktes a in der halben Sphäre m n d g, und dann deſſen Lumification in der halben Sphäre m h g.

§. 233. Itens Lumification in der halben Sphäre mndg.

Wenn der Punkt a ſich in der Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b befindet, und hiedurch aufgefodert wird, zu leuchten, d. h. ſeinen Standpunkt im Raume nach allen Seiten hin, zu verkünden; ſo äußert ſich die Lumification des Punktes a, innerhalb der halben Sphäre m n d g auf folgende Weiſe: er leuchtet nach allen Seiten hin auf einerlei Weiſe, d. h. die Operationslinien, welche von a auslaufen, verhalten ſich zu einander als gleich und ähnlich; und dieſes liegt in der Natur und Weſenheit der Lumification eines Punktes. Da aber überdieß das Leuchten des Punktes a ſich auch als ſpecielles Leuchten dieſes Punktes ausſprechen, folglich jene Beziehungen in ſich faſſen muß, welche die Verhältniſſe des Punktes a andeuten; ſo muß in der Lumification des Punktes a, auch noch der Charakter der Paſſivität liegen, und zwar mit der beſtimmten Bezeichnung des Objectes, auf welches ſich jene Paſſivität bezieht. Nun aber bezieht ſich

Digitized by Google

dieſelbe auf den leuchtenden Punkt b, von welchem der Punkt a in der Action ſeines Leuchtens influenzirt wird; daher denn die Lumification des Punktes a ſich nicht dahin beſchränken kann, ringsum nach allen Seiten hin (innerhalb mndg) gleiche und ähnliche Operationslinien anzunehmen; ſondern es muß überdieß eine ſich vor allen übrigen auszeichnende Operationslinie nach der Richtung ab entſtehen; denn hiedurch wird auf die einfachſte und beſtimmteſte Weiſe die obenerwähnte Beziehung des Punktes a zu jenem b, in der Lumification ausgeſprochen.

Bei dieſer Lage der Umſtände iſt aber der Punkt a in ſeiner Lumification weſentlich von der Uraction der Lumification, nämlich von der Symmetrie in den Operationslinien abgewichen; daher er denn nicht bei der vorerwähnten Lumificationsweiſe ſtehen bleiben kann, ſondern ſogleich dahin ſtrebt, die aufgehobene Symmetrie wieder herzuſtellen. Er conſtruirt demnach eine zweite ausgezeichnete Operationslinie, nach einer Richtung ar, welche jene Lage hat, daß ar und ab ſymmetriſch gegeneinander in der halben Sphäre mndg liegen. Der Punkt a leuchtet daher, innerhalb der halben Sphäre mndg nach allen Seiten hin, auf einerlei Weiſe, jedoch mit einem ausgezeichneten Grade von Intenſität nach den Richtungen ab und ar.

Wir wollen nun die Richtung der Operationslinie ar beſtimmen.

Man denke ſich eine Ebene durch die Linie ab gelegt; und denke ſich dieſelbe um ba, als Umdrehungsaxe betrachtet, ſo lange herumgedreht, bis jene Ebene auf jener $\alpha\beta$ ſenkrecht zu ſtehen kömmt. Wir wollen die ſolchermaßen auf $\alpha\beta$ geſetzte Ebene, die Hauptoperationsebene der Indifferenz nennen; denn ſie liegt in der Hauptoperationslinie ab, und behauptet gegen die Normalebene $\alpha\beta$ die Lage der Indifferenz, d. h. der gleichen Umſtände nach entgegengeſetzten Seiten.

Nun iſt leicht einzuſehen, daß die Operationslinie ar in die Hauptoperationsebene der Indifferenz fallen müſſe; denn es beſteht nicht mehr Grund dafür, daß jene Operationslinie auf die eine, als auf die andere Seite der Hauptoperationsebene der Indifferenz falle, auch wird ar gegen ab, in der halben Sphäre mndg nur dann eine ſymmetriſche Lage behaupten können, wenn ar in der benannten Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt. Aus eben der Urſache muß aber auch ar mit der Ebene $\alpha\beta$ einen Winkel raα bilden, welcher jenem baβ gleich kömmt; und ſo iſt denn die Lage der Operationslinie ar beſtimmt.

Wir wollen ab die primitive, ar die ſecundäre Operationslinie der Lumification des Punktes a in der halben Sphäre mndg nennen, und hiernach das hier aufgefundene Geſetz folgendermaßen ausdrücken:

Wenn irgend ein Punkt a der Oberfläche AB des dunkeln Körpers ABCD in die Operationslinie ba, eines leuchtenden Punktes b verſetzt wird, und man denkt ſich

durch den Punkt a eine die Oberfläche A B tangentirende Ebene $\alpha\beta$ gelegt; so äußert sich die Lumification des Punktes a, oberhalb der Ebene $\alpha\beta$ (nach der Seite hin, von wo aus der dunkle Körper im Punkte a beleuchtet wird) folgendermaßen: der Punkt a leuchtet innerhalb der halben Sphäre mndg nach allen Seiten hin, auf einerlei Weise, ausgenommen nach zweien Richtungen a b und a r, als wohin die Beleuchtung auf eine ausgezeichnete Weise vor sich geht. Ueberdieß fällt jene ausgezeichnete Operationslinie a b der Lumification des Punktes a in die Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b, und die Operationslinie a r fällt in jene Ebene, welche durch a b, auf $\alpha\beta$ senkrecht, gedacht wird; endlich bildet die Linie a r mit der Ebene $\alpha\beta$ denselben Winkel, als die Linie a b. Oder kürzer ausgedrückt: die primitive Operationslinie a b, und die secundäre Operationslinie a r, liegen in einerlei, auf $\alpha\beta$ senkrecht, und durch die Punkte b und a gedachten Ebene, und bilden mit $\alpha\beta$ einerlei Neigungswinkel.

Der atomistische Physiker drückt dasselbe Gesetz folgendermaßen aus, wobei eine Materialität des Lichts, und gleichsam ein Abprellen desselben vorausgesetzt wird.

Der vom leuchtenden Punkte b auf den Punkt a auffallende Strahl b a, wird unter demselben Neigungswinkel mit $\alpha\beta$ wieder zurückgeworfen, als er auf den Punkt a eingefallen ist; und zwar in einer Ebene, welche durch beide Strahlen gezogen auf $\alpha\beta$ senkrecht steht, daher denn diese Ebene die Zurückwerfungsebene genannt wird *).

Wir sagen eigentlich in unserm ausgedrückten Lehrsatze ganz dasselbe, als der atomistische Physiker; mit dem einzigen Unterschiede, daß wir die uns, ihrer Natur nach unbekannte, bloß ihrem Erscheinen nach bekannte Action des Leuchtens, als Action des Leuchtens ausdrücken; da hingegen der Atomistiker, die Action des Leuchtens, als eine bestimmte Action (jene des von sich Werfens materieller Lichttheilchen) erklärt, wofür er doch keinen unmittelbaren Beweis hat.

§. 234. Wenn wir verschiedenerlei dunkle Körper ganz in dieselben Umstände versetzen, als jenen A B C D, so wird allenthalben dasselbe statt finden, nur wird das Leuchten des Punktes a, das wir nach der secundären Operationslinie a r vorzüglich wahrzunehmen im Stande sind, mit verschiedenen Graden der Intensität vor sich gehen. Das

*) Warum, nach Ansicht der Atomistiker, bei einem durchsichtigen Körper, ein Theil des Lichtes hindurch gehe, und ein Theil des Lichtes zurückgeworfen werde, ist nicht wohl einzusehen: Freilich wird hier eine Verschiedenheit in Figur, Geschwindigkeit u. s. w. an den Lichttheilchen angenommen, allein erscheint diese Behauptung nicht als eine bloße Ausflucht, um eine einmal angenommene Hypothese mit Gewalt durchzusetzen? Leuchten und Gravitation sind Actionen, durch welche die Körper ihre Wechselwirkung in den größten Entfernungen andeuten. Die Gravitation unterliegt einem so einfachen Gesetze; sollte es sich mit dem Leuchten nicht auch so verhalten? Wenn aber dieses ist, so fühlt man sich wenig geneigt, die feine Lichtmaterie (wenn sie schon eine Materie seyn soll, da man doch keine Gravitationsmaterie annimmt), als aus so heterogenen Theilchen zusammengesetzt anzunehmen.

Digitized by Google

iſt, nach unſern Anſichten eben nichts Unbegreifliches; wir ſehen hierin weiter nicht, als die verſchiedenen Grade, auf welche der Typus zur Lumification bei verſchiedenen Körpern, durch einerlei einwirkende Action geweckt wird. Eben ſo wird die Geſchwindigkeit einer größern Maſſe weniger, als jene einer kleinern Maſſe durch einerlei Stoßkraft umſtimmt. Eben ſo wird ein aufgeweckter Geiſt durch eine Veranlaſſung im höchſten Grade begeiſtert, indeß der träge, im dumpfen Dahinbrüten Verſunkene, hiedurch auf keine Weiſe affizirt wird. Weit gezwungener, und nicht wohl zu begreifen, erſcheint die Erklärung der Atomiſtiker, der eben erwähnten Beleuchtungs-Modalität. Da jene nämlich eine Lichtmaterie annehmen, ſo werden ſie auf den Schluß gebracht, der dunkle Körper werfe nach Verſchiedenheit der Umſtände ein verſchiedenes Quantum von der aufgefallenen Lichtmaterie zurück; und da der übrige Theil doch nicht verſchwinden kann, ſo muß dem dunkeln Körper ein eigenes nicht wohl zu begreifendes Streben, Lichtſtoff zu verſchlucken zugemuthet werden. Auffallend bleibt es immerhin, daß ein Körper, auch der dunkelſte, er mag wie immer lange beleuchtet werden, und angenommenermaßen Jahre lang Lichtſtoff verſchlucken, dadurch nicht im geringſten ſchwerer werde.

§. 235. 2tens. Lumification in der halben Sphäre mgh.

In der halben Sphäre mhg, bezieht ſich die Action des Punktes a nicht auf eine eigene Lumification, da das Leuchten eine Action iſt, welche vom Körper ausgeht, nicht aber in den Körper hineingeht; indem durch das Leuchten der Punkt ſeinen Standpunkt im Raume verkünden ſoll. Das Leuchtende ſpricht zu dem übrigen Raume; es ſpricht nicht in ſich hinein.

In der halben Sphäre mhg bezieht ſich demnach die Action des Punktes a, auf ein eigenthümliches Streben, in den übrigen Punkten (die mit ihm in gleicher Lage ſind, jedoch darum von ihm beherrſcht werden, weil er ein Punkt der Oberfläche iſt, der ſich überdieß in der Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b befindet) den Typus zur Lumification zu wecken. Hiedurch gelangen aber dieſe Punkte nicht ſelbſt zum Leuchten, ſondern bloß zu dem Streben, die Lumification in den nächſten Punkten zu wecken, welches dann ſo fortgeht, bis endlich die Lumification in einem ſolchen Punkte b′ entſteht, welcher an der Oberfläche D C ſich befindet, bei welchem die Lumification ſich als wirkliches Leuchten äußert *).

*) Auf ähnliche Art wird eine Reihe von einander berührenden Kugeln, welche von einer Seite einen Stoß erhält, nicht durchaus in Bewegung geſetzt, ſondern nur die letzte Kugel erhält eine gewiſſe Geſchwindigkeit. Eben ſo wird ein Leiter der Elektrizität nicht ſelbſt elektriſch, durch Berührung mit einem elektriſchen Körper; ſondern er wird es nur dann, wenn er iſolirt iſt, d. h., wenn er den erhaltenen Impuls nicht fortleiten kann.

Der Punkt a äußert ſich gegen die nächſten Punkte der Maſſe A B C D activ in ſeinem Streben nach Fortleitung, nichts deſto weniger aber trägt er immer noch die Spuren ſeiner Paſſivität gegen den leuchtenden Punkt b an ſich, eben ſo, wie der zum Lehrer gewordene Schüler auch bei aller Originalität ſeiner Methode, ſeine Schulen nie gänzlich verläugnet.

Wir müſſen demnach das Streben des Punktes a, die Lumification in den übrigen Punkten der Maſſe A B C D fortzuleiten, in einer zweifachen Rückſicht betrachten, nämlich ſeinem Charakter der Paſſivität gegen b, und ſeinem Charakter der Activität gegen die übrigen Punkte der Maſſe A B C D nach.

Seinem Charakter der Paſſivität gegen den leuchtenden Punkt b zu Folge, ſtrebt der Punkt a die Lumification nach der Richtung a k fortzuleiten, welche Richtung in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt, und mit der Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b eine gerade Linie bildet. Wir drücken jenes Streben des Punktes a rückſichtlich der Stärke und Richtung des Strebens durch die Linie a k aus; und können daher jenes Streben des Punktes a, auch durch zwei zugleich ſtatt findende, gleichgeltende Beſtrebungen a k′ und a k″ ausdrücken, wobei a k′ und a k″ in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegen, und wobei a k′ ſenkrecht auf a k″ oder auf der tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ ſteht.

Seinem Charakter der Activität gegen die übrigen Punkte des Körpers A B C D zu Folge, ſtrebt der Punkt a, die Lumification nach allen Halbmeſſern der halben Sphäre m h g hin, fortzuleiten; wobei ein Geſetz der Continuität ſtatt finden muß, das von der Conſtitution des Körpers A B C D abhängt.

Denken wir uns alle gleich großen Beſtrebungen des Punktes a (nach radialer Fortleitung der Lumification), in einerlei Fläche, (vom Punkte a auslaufend) wirkſam, ſo iſt dieſe Fläche nothwendig, die gekrümmte Oberfläche i a i′, eines Kegels i a i′ i, deſſen Axe in a k′, und Spitze in a fallen. Alle von a aus nach a i′, und überhaupt um a ringsherum, in demſelben Sinne, auslaufende Beſtrebungen γ nach Lumificationsfortleitung, müſſen gleich groß ſeyn; da die Umſtände ringsherum gleich ſind. Hieraus folgt aber, daß aus allen dieſen (ſich auf die gekrümmte Kegeloberfläche i a i′ beziehenden) Beſtrebungen γ, wohl ein beſtimmtes Geſammtbeſtreben nach a k′ erfolge, aber keines nach einer von a aus in der Ebene $\alpha\beta$ laufenden Richtung; denn, es ergeben ſich allemal zwei entgegengeſetzte gleich große Beſtrebungen in dieſer Beziehung, die ſich daher aufheben, nach der Gleichung:

$$\gamma.\ \text{Cos.}\ \alpha\ \text{a i} - \gamma.\ \text{Cos.}\ \beta\ \text{a i}' = 0.$$

Da das hier Geſagte, eben ſo von jedem andern Kegel gilt, der ſeine Spitze in a und Axe in a k′ hat, aber mit der Ebene $\alpha\beta$ irgend einen Winkel α a i $= \varphi$ bildet;

so folgt, daß dem Punkte a, für jeden Winkel φ eine Summe von Bestrebungen nach ak′ entspreche, die aus allen jenen Bestrebungen folgt, die sich auf alle Kegeloberflächen beziehen, die mit der Oberfläche $\alpha\beta$ nach und nach Winkel von o bis φ bilden; daß aber aus allen diesen unendlich vielen Bestrebungen, nicht die allergeringste nach einer auf ak′ senkrechten Richtung folge. Bezeichnen wir daher jenes Gesammtbestreben des Punktes a nach ak′, für irgend einen Winkel φ durch x; nehmen ferner an, wir wären mit der Constitution des Körpers A B C D hinlänglich bekannt, um die Gleichung zwischen dx und $d\varphi$, aus den Bedingnissen der Aufgabe zu bestimmen; so ließe sich aus dieser Differenzialgleichung $dx = f'(\varphi)\, d\varphi$ ansetzen (worin wir $d\varphi$ als constant betrachten, und $f'(\varphi)$ als erste abgeleitete Function mit Lagrange bezeichnen) woraus $x = \int f'(\varphi)\, d\varphi = f(\varphi) + C$ folgen möchte. Die Constante C müßte so bestimmt werden, daß x für $\varphi = o$ verschwinden möchte; wir setzen daher $x = f(\varphi) - f(o)$.

Bezeichnen wir durch π die halbe rectifizirte Peripherie pro radio $= 1$, also durch $\frac{\pi}{2}$, den rectifizirten Bogen pro radio $= 1$, welcher 90° beträgt, so ist

$$f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o) = h$$

das Gesammtbestreben des Punktes a, die Lumification nach ak′ fortzuleiten.

Es hat demnach der Punkt a, der sich im Streben, die Lumification in der Masse A B C D fortzuleiten, activ gegen die ihm nächsten Punkte der Masse A B C D äußert; zugleich aber seine Passivität gegen b nicht gänzlich verläugnet, indem er im Handeln, stets vom Ursprunge seiner Fähigkeit zu handeln, Kunde gibt; es hat, sage ich, der Punkt a, ein zweifaches Streben der Fortleitung der Lumification, nämlich, das eine nach $ak' = ak' + h$, das andere nach $ak'' = ak''$; oder das eine nach $ak' = ak \cdot \text{Cos baq} +$ $+ f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)$, und das andere nach $ak'' - ak \cdot \text{Sin baq}$, wenn wir aq senkrecht auf $\alpha\beta$ in a auftragen.

Diese zweierlei Bestrebungen des Punktes a, combiniren sich zu einem einzigen Streben für Lumificationsfortleitung, nach einer Richtung, die in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt, und mit der Linie ak′ einen Winkel λ bildet.

Nun ist offenbar

$$\text{tang } \lambda = \frac{ak \cdot \text{Sin} \cdot \text{baq}}{ak \cdot \text{Cos baq} + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)}$$

Es ist aber

$$\text{tang } kak' = \frac{ak \cdot \text{Sin } baq}{ak \cdot \text{Cos } baq}$$

Ist daher $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o) = o$, ob. $= +$, $= -$, so ist $\lambda = kak'$, oder $\lambda < kak'$, oder $\lambda > kak'$; d. h. (nach der Sprache der Atomistiker) der Strahl wird entweder gar nicht, oder er wird zum Perpendikel, oder er wird vom Perpendikel gebrochen; allemal aber bleibt er in der Brechungsebene. Wir möchten den Satz folgendermaßen ausdrücken:

Je nachdem der Werth von $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)$ unendlich klein, oder positiv, oder negativ ist; erfolgt die Fortleitung der Lumification, vom Punkte a aus, in die Masse ABCD hinein, unter einem Winkel, welcher (auf den Perpendikel qak' bezogen) eben so groß oder kleiner oder größer ist, als der Winkel, welchen der Perpendikel qak' mit der Operationslinie l a des leuchtenden Punktes bildet; immerhin aber erfolgt die Lumificationsfortleitung nach einer Richtung, welche in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt.

Noch könnte man zweifeln, ob denn vom nächsten Theilchen an a, in derselben Richtung an die folgenden Theilchen die Lumificationsfortleitung erfolge, in welcher Richtung das nächste Theilchen an a, vom Punkte a influenzirt worden ist, und ob dann die Lumificationsfortleitung in der einmal angefangenen graden Linie sich fortsetze. Dieß ist wohl nicht zu bezweifeln; denn jedes Theilchen innerhalb der Masse ABCD, das ringsum denselben Umständen unterliegt, und nicht, wie ein Theilchen a der Oberfläche, andern Umständen über, und andern Umständen unter der tangentirenden Ebene $\alpha\ \beta$ unterliegt; jedes Theilchen innerhalb der Masse ABCD muß die Lumification nach entgegengesetzter Seite fortsetzen, als jene Richtung ist, von welcher her es lumifizirt wurde; den, bei jeder andern Richtung der Fortsetzung der Lumification ließe sich fragen, warum denn die Richtung jener Fortleitung gegen die Richtung der Empfängniß, gerade nach dieser oder jener Seite des Raumes hin, sich neige, wofür sich doch kein hinreichender Grund angeben ließe.

Es bleibt uns noch zu erörtern übrig, was denn eigentlich darunter verstanden werden müsse, wenn die Richtung der Fortleitungslinie der Lumification innerhalb der Masse ABCD, als davon abhängig erklärt wird, ob der Ausdruck $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)$ unendlich klein, oder positiv, oder negativ ist.

Der Punkt a äußert sich gegen die übrigen Punkte der Masse ABCD, rücksichtlich der Lumificationsfortleitung auf eine ausgezeichnete Weise, in dem er ein Theil der Oberfläche des Körpers ABCD ist, und zugleich sich in der Operationslinie b a des

leuchtenden Punktes b befindet. Rücksichtlich des Strebens nach Lumificationsfortleitung, in der Richtung ak übt er eine active Aeußerung aus, welche zwar verschiedene Grade der Intensität zuläßt, aber nicht zu Null werden kann; indem die Aeußerung nach ak die Natur und Wesenheit der Lumification des Punktes a zu deutlich verkündet; da hiedurch angedeutet ist, daß a seine Lumification dem Punkte b ursprünglich verdanke. Kann aber die Lumificationsäußerung nach ak nicht zu Null werden, so kann sie auch nicht negativ werden; indem der Uebergang vom positiven zum negativen in Null besteht *).

Die Aeußerung des Punktes a nach ak, bleibt demnach in allen Fällen activ, d. h. als active Aeußerung betrachtet, unter einem positiven Werthe; nie aber unter einem negativen Werthe, d. h. nie als passiv.

Das Streben des Punktes a, die Lumification innerhalb der Masse A B C D, nach allen übrigen Richtungen ai ..... fortzuleiten, kann als active Aeußerung betrachtet, oder zu Null oder negativ werden, denn es läßt sich kein Grund dagegen denken. Der Punkt a kann sich daher rücksichtlich der allgemeinen Fortleitung der Lumification entweder activ oder indifferent, oder passiv verhalten, in welchem letzten Falle angenommen werden muß, es befinde sich der Punkt a, gegen die übrigen Punkte der Masse A B C D in der Lage, sich von ihnen lumifiziren zu lassen. So wird denn z. B. in der Linie ai, der Punkt a vom nächsten Punkte, dieser von seinem nächsten Punkte u. s. f. die ganze Linie ai hindurch lumifizirt; alle diese Punkte gelangen aber nicht selbst zum Leuchten (aus schon erwähnten Gründen), sondern zum eigentlichen Leuchten gelangt erst wieder der letzte Punkt der Linie ai, nämlich jener Punkt der Linie ai, der an der Oberfläche des Körpers A B C D sich befindet. Das Leuchten dieses Punktes wäre dann ein negatives Leuchten, daß sich gegen dem positiven so verhält, als die negative gegen die positive Elektrizität.

---

*) Dieß ist wenigstens eine annehmbare Hypothese, wenn gleich nicht von mathematischer Evidenz. Man kann sich eine krumme Linie denken, wobei eine Gleichung zwischen Abscisse x und Ordinate y besteht, wornach positive und negative Ordinaten möglich sind, wo hingegen keine Ordinate gleich Null ist; d. h. wo, für $y = o$, aus der Gleichung für x ein imaginärer Werth folgt. Indeß müssen doch auch solche Fictionen, die bloße Resultate des Calculs sind, uns nicht verleiten, anzunehmen, daß dergleichen Gesetze in der Natur, in der physischen Welt auch wirklich statt finden müssen. Denn wie oft erhalten wir z. B. bei Auflösung einer Aufgabe der Physik eine Gleichung des nten Grades, woraus n Auflösungen folgen, deren doch nur eine einzige auf den physischen Fall paßt; hier sind die übrigen $(n-1)$ Auflösungen bloße Nebenresultate des Calculs, die nur nebenher, als an sich unnütz, überflüssig mit in der Rechnung aufgenommen wurden, und bloß beweisen, daß wir in der analytischen Ansicht der Aufgabe noch jene Unbeholfenheit in uns führen, wornach wir nicht im Stande sind, den Gegenstand rein für sich zu betrachten, sondern uns bemüssigt sehen, eine Menge Nebenumstände, die wir nicht zu sondern vermögen, mit herbeizuziehen. Eben so sind die Maschinen in ihrem ersten Ursprunge höchst complizirt, und enthalten eine Menge unnützen Zwischengeschirres, erst in der Folge gelangt man zu jener einfachen Construction, worinn der höchste Grad von Klugheit hervorleuchtet, nämlich die Eigenschaft, mit den geringsten Mitteln die größte Wirkung zu erhalten.

Digitized by Google

§. 236. Die Erfahrung lehrt Folgendes: Wenn (bei übrigens gleicher Beschaffenheit zweier Körper) die Lumification von dem einen, dem andern mitgetheilt wird, daß die Fortleitung der Lumification in jenem Körper, welcher von andern lumifizirt wurde, nach einer Linie geht, welche entweder in die ursprüngliche Leitungslinie bak fällt, oder die sich mehr gegen den Perpendikel ak' neigt, oder die sich von diesem Perpendikel hinwegwendet, je nachdem der lumifizirte Körper gleich dicht, dichter, oder weniger dicht ist, in Vergleichung mit dem lumifizirenden Körper. Vergleichen wir diese Erfahrung mit unserer Theorie, beziehen sie nämlich auf den analytischen Ausdruck für tang λ, so ergibt sich Folgendes: Wenn der Typus zur Lumification, durch den Körper M im Körper N geweckt wird, so ist die allgemeine Fortleitung (nach ai ....., nicht nach ak) im Körper N entweder gar keine, oder eine active, oder eine passive (d. h. der Punkt a im Körper N, hat zu den nächsten Punkten gar keine Fortleitung, oder er lumifizirt sie, oder er wird durch sie lumifizirt) je nachdem die Masse N, mit jener M verglichen, einen gleichen, oder einen höhern, oder einen geringern Grad von Materialität behauptet (die Schwere als eine der Materie allgemein zukommende von ihr auf keine Weise zu trennen mögliche Eigenschaft, darf bei gleichem Volume verschiedener Körper, als Maaßstab ihrer Materialität betrachtet werden).

Indeß ist nicht bloß der Grad der Materialität allein entscheidend für die Richtung der Fortleitungslinie der Lumification, auch die Natur und Wesenheit des Körpers zeigt sich hier wirksam; und vorzüglich scheint hier eine Relation zwischen der Richtung jener Leitungslinie, und der Brennbarkeit des Körpers N zu bestehen; folglich auch zwischen der Brennbarkeit des Körpers N, und zwischen dem Verhältnisse, welches statt findet, in jenen Bestrebungen, die Lumification fortzuleiten, die sich auf den leuchtenden Punkt und auf die eigene Masse N beziehen.

§. 237. Wenn die Bestrebungen des Punktes a, die Lumification in seiner Masse ABCD fortzuleiten, nicht bloß den Richtungen ak und ai....., so wie der Stärke nach, von einander abweichen; sondern wenn diese Bestrebungen auch in ihrer Natur und Wesenheit sich von einander unterscheiden, so kann aus dergleichen, nicht bloß quantitativ verschiedenen sondern auch qualitativ verschiedenen aus solchen heterogenen Bestrebungen, nicht ein einziges combinirtes Bestreben hervorgehen. In diesem Falle wird nicht eine einzige Fortleitungslinie (unter den Winkel λ gegen den Perpendikel ak') bestehen können, sondern es werden mehrere Fortleitungslinien zugleich statt finden, und es wird demnach hinter dem Körper ABCD nicht mehr ein einzelner Lichtpunkt erscheinen, sondern eine ganze Lichtfläche, welche von ihrer Heterogenität, zugleich aber auch von dem Gesetze der Continuität in dem Fortleitungsstreben (ein Gesetz der Continuität, welches sich auf Quantität und Qualität bezieht) dadurch Kunde geben wird, daß diese beleuchtete Fläche unter verschiedenen Farben erscheint, welche nicht

Digitized by Google

nach roher Willkühr, in bizarrer Buntſchäckigkeit unter einander verworfen ſind, ſondern welche die ſchönſte Harmonie der Farben in einem einzigen zuſammengehörigen Bilde darſtellen.

Das Geſetz, in der Sprache des Atomiſtikers ausgedrückt, daß der aus einem Prisma aufgefangene farbige Strahl, z. B. der violette, durch ein folgendes Prisma nicht mehr in farbige Strahlen zerſtreut, ſondern bloß gebrochen werde, dieß Geſetz drücken wir folgendermaßen aus: Wenn der beleuchtete Punkt a der Oberfläche A B, des Körpers A B C D in ſeiner Fortleitung der Lumification innerhalb der Maſſe A B C D, zu gleicher Zeit zweierlei Beſtrebungen äußert, die quantitativ und qualitativ verſchieden ſind, und wenn hiedurch ein Punkt b′ der Oberfläche deſſelben Körpers A B C D, beſtimmt worden, nach der Richtung b′ a′ unter einer beſtimmten Modalität, z. B. als violett Leuchtendes, zu leuchten; ſo wird der Punkt a′ (der in der Operationslinie des Punktes b′ liegt) der Oberfläche eines andern durchſichtigen Körpers, in Fortleitung der Lumification nach ſeiner Maſſe, zwei Beſtrebungen zu gleicher Zeit äußern, welche zwar der Richtung und Größe nach verſchieden ſeyn können, aber nie der Qualität nach, verſchieden ſind. Den Grund dieſes Geſetzes der in der Natur und Weſenheit des Leuchtens liegt, können wir eben ſo wenig angeben, als den Grund jenes Geſetzes der Gravitation, wornach dieſe dem Quadrate der Entfernung verkehrt proportional wirkt.

Wenn der Atomiſtiker ſagt: Alle im Farbenbilde getrennten farbigen Strahlen geben vereinigt weißes Licht; ſo ſagen wir: Wenn die Operationslinien aller jener Punkte die unter jenen verſchiedenen Modalitäten leuchten, wie wir ſie am prismatiſchen Farbenbilde wahrnehmen, wenn alle jene Operationslinien ſich in einerlei Punkte vereinigen, und daſelbſt einen materiellen Punkt zur Lumification ſtimmen, ſo wird dieſer materielle Punkt, indem er allen dieſen Auffoderungen zu gleicher Zeit ein Genüge leiſtet, unter jener Modification leuchten, die wir im weißen Lichte wahrnehmen.

Einen materiellen Punkt, welcher bloß in die Operationslinie eines violett leuchtenden Punktes verſetzt, violett leuchtet, in allen übrigen Operationslinien von anders leuchtenden Punkten, gar nicht leuchtet, einen Punkt daher, welcher gegen die Einwirkung eines leuchtenden Punktes unempfindlich iſt, in ſo ferne dieſer nicht violett leuchtet, einen ſolchen Punkt nennen wir einen Punkt von violetter Farbe. Daß ein ſolcher Punkt, einem weißleuchtenden Punkte ausgeſetzt, violett leuchte, iſt ſehr natürlich; denn er iſt in die Operationslinie eines leuchtenden Punktes verſetzt, welcher zu gleicher Zeit violett, roth u. ſ. w. leuchtet, er wird daher violett zu leuchten beſtimmt, und bleibt gegen alle übrigen Impulſe gleichgültig.

Ein analoges Beiſpiel mag uns dieſes erläutern: Die bewegende Kraft P ergreift die Maſſe A in ihrem Schwerpunkte, und jene B außerhalb des Schwerpunktes; in beiden Fällen ſeyen die Maſſen A = B vor der Ergreifung in vollkommener Ruhe geweſen,

Digitized by Google

und in beiden Fällen habe die Kraft P 30 Secunden auf die Massen A und B gewirkt; im ersten Falle hat die Masse eine Geschwindigkeit c, im zweiten Falle eine Geschwindigkeit c und zugleich eine Winkelgeschwindigkeit w, erhalten. Die Kraft P ist daher im Stande, in einer Masse fortschreitende und zugleich Umdrehungsbewegung hervorzubringen, und dennoch bringt sie in einem Falle bloß fortschreitende, in einem andern Falle beide Bewegungen zugleich hervor. Gesetzt nun, wir wären mit den Gesetzen der Mechanik nicht bekannt, und es wäre, aus irgend einer Ursache nicht möglich, die Massen A und B der Einwirkung der Kraft P anders auszusetzen, als die Masse A central und die Masse B excentrisch, so könnten wir sagen, der Körper A ist ein fortschreitend sich bewegender Körper, und der Körper B ist ein sich fortschreitend-rotatorisch-bewegender Körper; oder wenn wir die fortschreitende Bewegung die a=liche, und die fortschreitend-rotatorische Bewegung die b=liche Bewegung (bloß als sinnliche Erscheinung, wobei wir nichts zu trennen vermöchten, aufgefaßt) nennen möchten, so könnten wir sagen: Der Körper A ist ein a=licher Körper, und der Körper B ist ein b=licher Körper, denn wenn man ersteren der Kraft P aussetzt, so erhält er allemal eine a=liche Bewegung, und wenn man letztern der Kraft P aussetzt, so erhält dieser allemal eine b=liche Bewegung. Man könnte dieß mit eben dem Rechte sagen, als man z. B. sagt: der Körper A ist ein grüner Körper, hingegen der Körper B ein rother; denn wird ersterer der Beleuchtung ausgesetzt, so erhält er eine grüne Farbe, und B erhält unter denselben Umständen, eine rothe Farbe u. s. w.

Und so ließe sich denn auf diese Weise, ohne Annahme von Schwingungen oder Bewegungen; ohne eine Lichtmaterie zu fingiren, bei welcher jeder einzelne Strahl, aus verschiedentlich gefärbten Strahlen zusammengesetzt wäre, das Phänomen des Farbenspectrums auslegen; freilich nur auslegen; sehr unvollkommen erklären; was vermag aber auch der Mensch zu erklären?

§. 238. Die verschiedenen Grade der Durchsichtigkeit, und endlich der niederste Grad derselben, die Undurchsichtigkeit, lassen sich nach unserer Ansicht sehr wohl begreifen. Der Körper A B C D ist nämlich um so durchsichtiger, je weiter in die Masse hinein, die Lumification vom Punkten a aus, nach der combinirten Richtung der Fortleitung fortgesetzt werden kann. Es läßt sich sehr wohl denken, daß jeder einzelne Punkt einen eigenen Widerstand äußere, um zur Lumification geweckt zu werden, welches um so mehr einleuchtet, wenn man betrachtet, daß die Lumification eines an sich dunkeln Körpers in demselben ein erzwungener Zustand ist, indem er ja sogleich zu leuchten aufhört, wie er nicht mehr durch den leuchtenden Punkt influenzirt wird. Die Action des Leuchtens unterscheidet sich hier wesentlich von der Action der Bewegung, bei welcher letztern bloß die Trägheit der Masse zu überwältigen ist, indem die einmal ertheilte Bewegung unausgesetzt fortdauert, wenn auch der

Digitized by Google

die Bewegung ertheilende Körper auf den bewegten Körper nicht mehr einwirkt. Es ist demnach sehr natürlich, daß, nach der Natur des Körpers ABCD die Lumification in der combinirten Fortleitungsrichtung, mehr oder weniger mit fortgesetzt wird, so daß bei einer gewissen Dicke des Körpers hinter demselben nur eine äußerst schwache, oder wohl gar keine Lumification wahrgenommen werden kann. Diese Ansicht der Dinge ist so natürlich, daß das Gegentheil in den Erscheinungen uns äußerst befremden müßte. Wir setzen (wenn wir unsere hier aufgestellte Theorie als richtig voraussetzen) a priori ein, daß kein Körper so durchsichtig seyn könne, daß er nicht endlich bei einer gewissen Dicke als undurchsichtig erscheinen müßte; und daß auch der undurchsichtigste Körper, bei einem gewissen Grade von Dünne, als durchsichtig erscheinen müsse; und dieses trifft mit der Erfahrung vollkommen überein.

Die Atomistiker, welche diese Erscheinung nicht läugnen können, müssen annehmen, daß der Lichtstoff bei seinem Durchdringen durch die Materie, einen Theil seiner Masse bei seinem Durchzuge absetze, und nur mit dem Ueberreste hindurch komme. Diese Ansicht läßt sich nicht wohl mit der höchst feinen Materialität des Lichtstoffes vereinbaren; denn es ist nicht zu begreifen, wie eine so feine Materie, welche die Masse in einer gewissen Dicke zu durchdringen vermochte, sie nicht auch weiters hin, bei einer größern Dicke der Masse zu durchdringen vermöchte. Was hält sie denn eigentlich auf? Etwa die materiellen Theilchen der Masse selbst? Unmöglich! denn das äußerst feine Fluidum weicht denselben sehr wohl aus, und dringt ohne allen Widerstand durch die Poren der Masse. Oder ist es eine Art von Reibung, von Ädhäsion, welche einen Theil des Lichtstoffs in seinem Laufe zurückhält? Betrachten wir den Gegenstand nach den Grundsätzen der Hydraulik, so ist auch dieß nicht möglich; denn dieß könnte höchstens eine Verspätung des Durchdringens der Lichttheilchen hervorbringen (und selbst diese Verspätung läßt sich mit der außerordentlichen Geschwindigkeit des Lichts nicht zusammen reimen); bei dieser Verspätung müßte aber erfolgen, daß der durchsichtige Körper auch dann noch eine Zeit hindurch schwaches Licht von sich geben müßte, wenn alle Einwirkung des leuchtenden Körpers aufgehört hätte, welches doch nicht statt findet. Vielleicht besteht zwischen dem Lichtstoffe und der durchsichtigen Masse eine eigene chemische Affinität? Will man eine Hypothese behaupten, so läßt sich (besonders in der atomistischen Physik) Manches annehmen, das innerhalb gewisser Gränzen sehr natürlich scheint, über dieselben hinaus aber wenigstens an das Unglaubliche gränzt. Wie ließe sich denken, daß eine Materie, welche in jeder Secunde 7 mal die Peripherie des Erdäquators zu durchlaufen vermag, daß diese so schnell den durchsichtigen Körper durchdringende Materie, die physische Zeit finden könne, sich mit der Masse des durchsichtigen Körpers chemisch zu verbinden? Man kann freilich einen so hohen Grad der Affinität zwischen jener Masse und dem Lichtstoffe annehmen, ja noch mehr! man könnte

ihn ſogar berechnen, wenn man z. B. vorläufig durch Verſuche beſtimmt hätte, welche die größte Geſchwindigkeit des Sauerſtoffgaſes ſey, bei welcher derſelbe, über Kalium ſtreichend, ſich noch mit demſelben verbinden möchte; hier ließe ſich berechnen, wie ſich die Affinität vom durchſichtigen Körper und Lichtſtoffe zur Affinität von Oxygen und Kalium verhalte. Dieß ließe ſich berechnen, d. h. es ließe ſich eine Zahl dafür finden, da es ja keine Zahl gibt, die als die größte oder kleinſte erklärt werden kann. Aber jene Zahl müßte einen Grad von Größe erreichen, wobei wahrlich eine gute Portion Glaubens gehört, um nicht darin das Unſtatthafte einer ſehr allgemein angenommenen, und ſeither durch Formeln reichlich verzierten Hypotheſe anzuerkennen.

Wir haben Beiſpiele von leuchtenden Körpern (der Sonne, der Fixſterne), welche ſeit undenklichen Zeiten her leuchten, ohne an ihrer Maſſe auch nur das Geringſte verloren zu haben. Wenn ihr Leuchten im Ausſondern einer Materie beſteht, wie iſt es begreiflich, daß nicht endlich eine Verminderung der Maſſe entſtehen ſollte; da ſich doch kein Reservoir von Lichtſtoff bemerken läßt, aus welchem der Abgang immer wieder erſetzt würde. So unmöglich es wird, dieſen Einwurf auf eine Weiſe zu beantworten, welche dem unbefangenen Geiſte ein Genüge leiſtet, ſo leicht wird es, anzunehmen, daß die Action des Leuchtens, bloß als Action betrachtet, in Ewigkeit fortgeſetzt werden könne, ſo wie die räumliche Action, die Darſtellung einer Form, ſich ins Unendliche fortſetzen kann.

Wir thun wohl daran, wenn wir in allen Erſcheinungen eine Materie annehmen; und bloß die Unempfindlichkeit unſerer Sinne anklagen, wenn uns eingeworfen wird, daß ja von dieſer Materie, auch nicht das Allergeringſte wahrgenommen werden könne; wir thun wohl daran, wenn es uns bloß darum zu thun iſt, Erklärungsarten der Erſcheinungen aufzufinden, bei denen uns keine abſolute Inconſequenz erwieſen werden kann; denn es bleibt uns dann allemal eine Ausflucht übrig, da wir ja dieſe Materie ins Unendliche fort verdünnen können, denn es gibt ja Bruchtheile ohne Ende, durch welche die Dichte dieſer Materie ausgedrückt werden kann.

Legen wir aber bei unſern Erklärungsweiſen der Erſcheinungen der Natur, einigen Werth darauf, ſoviel möglich, nur dasjenige anzunehmen, was uns die Erſcheinung unmittelbar darbietet; und Alles zu vermeiden, was unglaublich ſcheint, wenn es gleich nicht als unſinnig erklärt werden kann, ſo müſſen wir in manchen Erklärungen von der atomiſtiſchen Anſicht abweichen, wobei wir ſtreben mögen, im Geiſte Newton's zu unterſuchen, wenn wir gleich von ſeinen erſten Anſichten hie und da abweichen.

Zu einem ſolchen Streben in der Naturphiloſophie ſoll uns Newton's Lehre leiten; ſollen wir dem ſeltenen Manne wahrhaft huldigen, und ſoll ſeine Lehre fruchtbar in uns keimen; da hingegen bloße blinde Anhänglichkeit an das bisher Geſagte das Andenken Newton's entheiligen müßte.

Digitized by Google

§. 239. Wir hatten weiter oben die Gleichung

$$\text{tang } \lambda = \frac{ak \,.\, \text{Sin } baq}{ak \,.\, \text{Cos } baq + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)}$$

Die Erfahrung gibt uns $\frac{\sin \lambda}{\sin baq} = C$, worin C conſtant iſt (das ſogenannte Brechungsverhältniß bei zwei Mitteln), wenn an den Mitteln, deren dioptriſches Verhalten unterſucht wird, nichts geändert wird, und wenn bloß der Winkel baq und zugleich jener λ ſich ändern.

Hieraus folgt aber:

$$\frac{C}{\sqrt{1 - C^2 \,.\, \text{Sin}^2\, baq}} = \frac{ak}{ak \,.\, \text{Cos } baq + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)}$$

oder:

$$ak : \left(f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)\right) =$$

$$= C : \left(\sqrt{1 - C^2 + C^2 \,.\, \text{Cos}^2\, baq} - C \,.\, \text{Cos } baq\right);$$

hiedurch wird ausgedrückt, für das Streben des Punktes a, nach Fortleitung der Lumiſication, innerhalb der Maſſe ABCD; das Verhältniß, der Beziehung auf den leuchtenden Punkt b, zur Beziehung auf die Maſſe ABCD. Die Rechnung zeigt, daß dieß Verhältniß vom Winkel baβ abhänge, welchen die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b, mit dem Elemente a der Oberfläche des Körpers ABCD bildet. Wird baq = o geſetzt, ſo folgt das Verhältniß obiger zweierlei Beziehungen, für den Fall, wo das Flächenelement a, vom leuchtenden Punkte ſenkrecht (nach qa beleuchtet wird; für dieſen Fall iſt

$ak : \left(f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)\right) = C : (1 - C)$; ein gleicher Werth unter dieſen zwei Beziehungen, beſteht alſo nur bei jenen Mitteln, bei denen ein Brechungsverhältniß $C = \frac{1}{2}$ ſtatt findet, wie dieß beinahe am Antimoniumglaſe der Fall iſt, wo $C = \frac{2}{3}$ iſt [nach Newton's Verſuchen].

Bezeichnen wir durch μ jenen Werth von baq, unter welchem, bei zwei gegebenen Mitteln, ein gleicher Werth unter den Beſtrebungen (nach Fortleiten der Lumification) in Beziehung auf den leuchtenden Punkt b, und in Beziehung auf die Maſſe ABCD, beſteht, ſo haben wir

$$\text{Cos } \mu = \frac{0,5}{C^2} - 1.$$

Beim Diamant ist (nach Newton) $C = 0,41$, also $\mu = \text{Arc. cos } (1 + ...)$ nämlich unmöglich. Wenn daher Licht aus Luft in den Diamant sich fortsetzt, so gibt es keinen Winkel der Operationslinie b a mit dem Flächenelemente a des Körpers ABCD, unter welchem Winkel die Bestrebungen des Punktes a nach Lumificationsfortleitung in beiden Beziehungen (auf den leuchtenden Punkt b, und auf die Masse ABCD) gegen einander gleich groß würden.

Beim Antimoniumglase hingegen, tritt ein gleicher Werth der Bestrebungen in jenen zwei Beziehungen, dann ein, wenn die Operationslinie b a mit dem Perpendikel q a einen Winkel bildet $=$ Arc. Cos 0, 78....

Beim gemeinen Glase erhalten wir $\mu =$ Arc. Cos 0, 22..... da hier $C = \frac{30}{31}$ ist.

Rücksichtlich des Strebens des Punktes a, nach Fortleitung der Lumification innerhalb der Masse ABCD, gelangt das Verhältniß der Beziehung auf den leuchtenden Punkt b, zur Beziehung auf die Masse ABCD, bei keinem Werthe des Winkels baq, zu einem maximum oder minimum, sondern jenes Verhältniß wächst fortan, oder nimmt fortan ab, wie der Winkel baq zunimmt: denn aus

$$\frac{d\left((1 - C^2 + C^2 . \text{Cos}^2 \text{ baq})^{\frac{1}{2}} - C . \text{Cos baq}\right)}{d \text{ baq}} = 0$$

folgt: $\text{Cos}^2 \text{ baq} - \text{Cos}^2 \text{ baq} = \frac{1 - C^2}{C^2}$.

Ist $C = 1$, wird nämlich die Lumification in der Richtung bak fortgeleitet, so hat die Beziehung auf b zur Beziehung auf die Masse ABCD, welche letztere $= 0$ ist, ein constantes Verhältniß $= 1 : 0$.

Aus dem constanten Werthe von $\frac{\sin \lambda}{\sin \text{ baq}}$, bei zwei gegebenen Mitteln, folgt daß bei allen Werthen von baq, der Ausdruck $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - (0)$ entweder $= 0$, oder $= +$, oder $= -$ bleibe.

Aus $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0) =$

$$= ak \frac{\left(\sqrt{1 - C^2 + C^2 \text{ Cos baq}} - C . \text{Cos baq}\right)}{C} \quad \ldots\ldots$$

folgt

$$\text{tang } \lambda = \frac{\text{Sin baq}}{\text{Cos baq} + \frac{\sqrt{1 - C^2 + C^2 . \text{Cos}^2 \text{baq}} - C . \text{Cos baq}}{C}}$$

Ist $C = 1$ (geht der Strahl ungebrochen aus einem Mittel ins andere), so ist tang λ für alle Werthe von baq möglich, d. h. der Strahl fährt aus einem Mittel ins andere, bei allen Werthen des Einfallswinkels. Dasselbe gilt für den Fall, wo $C < 1$ (wo der Strahl zum Perpendikel gebrochen wird). Ist aber $C > 1$ (wird der Strahl vom Perpendikel hinweg gebrochen), so wird tang λ imaginair, wenn $\text{baq} > \text{Arc. Cos} \left(1 - \frac{1}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ wird; in diesem Falle findet also keine Fortleitung der Lumification innerhalb der Masse ABCD statt, die Masse ABCD erscheint als ein undurchsichtiger Körper. So wird z. B. ein Strahl, der unter den gehörigen Winkeln, auf die eine Seite eines Glasprisma, auffällt, an der andern Seite nicht mehr in die Luft austreten, so daß das Glasprisma dann als eben so undurchsichtig erscheinen wird, als wäre es ein Prisma aus Holz.

Zugleich wird die Refraction in eine Reflexion verwandelt worden zu seyn scheinen; denn der Strahl wird an der dritten Seite des Prisma, das Auge des Beobachters treffen *).

Diese letzte Erscheinung erklärt sich sehr wohl aus meiner hier aufgestellten Theorie, welches einzusehen folgender Erörterung bedarf.

Sey b a die Richtung, nach welcher, in der Glasmasse des Prisma, die Lumificationsfortleitung vor sich geht, und a jener Punkt, in welchem die Luft das Prisma berührt. Der Punkt a des Glasprisma weckt im Punkte a der nächsten Luftschichte den Typus zur Lumification, welche (nach schon erwähnten Gründen), auf eine eigene Weise über, und auf eine eigene Weise unter der tangentirenden Ebene $\alpha\ \beta$ vor sich geht. Die Lumification des obersten Lufttheilchens a äußert sich oberhalb $\alpha\ \beta$ vorzüglich durch die zwei Hauptoperationslinien a b und a r, welche in die Glasmasse fallen, aber zu schwach sind, um bemerkt zu werden. Zu gleicher Zeit äußert sich die Lumification des Lufttheilchens a, unterhalb $\alpha\ \beta$, als bloße Lumificationsfortleitung, und zwar nach einer Linie, welche mit dem Perpendikel q a einen Winkel λ bildet, der durch obige Gleichung ausge-

*) Wenn ich mich hier und an andern Orten, der Ausdrücke des Atomistikers bediene, so geschieht dieß bloß um leichter verstanden zu werden, und mich kürzer auszudrücken. Immer aber werden dergleichen Ausdrücke bloß metaphorisch angewendet, und der jedesmal ausgedrückte Satz, erhält erst allemal seinen vollständigen Sinn, wenn der Satz in jene Sprache übersetzt wird, welche meinen hier aufgestellten Ansichten zukömmt.

drückt ist. Hat nun der Winkel baq jenen Werth erreicht, bei welchem λ imaginär wird, so wird bei jedem größern Werthe von baq der Werth für λ imaginär, folglich die Fortleitung der Lumification in der Luft, unterhalb $\alpha\beta$ unmöglich; in diesem Falle übt daher das Lufttheilchen a, die Lumification unterhalb $\alpha\beta$ nicht mehr aus, sondern es übt die Lumification bloß mehr oberhalb $\alpha\beta$ aus, d. h. das Lufttheilchen a übt die Lumification nicht mehr nach der übrigen Luftmasse hin aus, sondern bloß mehr nach jener Seite hin, welche dem, das Lufttheilchen a lumifizirenden Glastheilchen a zugewandt ist. Die Lumification des Lufttheilchens a ist also nun vorherrschend passiv, nämlich vorherrschend die Beziehung, nach dem es lumifizirenden in sich fassend. Die Lumification des Lufttheilchens a in ihrer activen Aeußerung (nämlich der Lumificationsfortleitung in der Luftmasse) vernichtet, wendet sich daher in einem höhern intensiven Grade nach der passiven Aeußerung hin, nämlich nach der Aeußerung oberhalb $\alpha\beta$; in diesem Falle wird also das Leuchten des Lufttheilchens a energischer oberhalb $\alpha\beta$, folglich auch energischer nach den Hauptoperationslinien ab und ar; und diese Zunahme an Energie ist groß genug, daß die Lumification nach ar, welche ehedem nicht wahrgenommen werden konnte, nunmehr sehr merklich ist. Da aber die Lumification nach ar von jenem Augenblicke an, merklich geworden ist, von wo aus die Lumification unterhalb $\alpha\beta$ (in die Luftmasse hinein), nicht mehr statt gefunden hat; so muß es dem atomistischen Physiker vorkommen, als wäre der materielle Lichtstrahl von seinem ehemaligen Wege abgelenkt worden, und zwar, daß er, statt unterhalb $\alpha\beta$ fortzulaufen, nunmehr oberhalb $\alpha\beta$ fortlaufe, d. h. statt gebrochen zu werden, zurückgeworfen werde.

Diese Auseinandersetzung mag nicht bloß dazu dienen, um die oben erwähnte Erscheinung mit dem Prisma zu erklären; sondern sie mag uns zu gleicher Zeit auch noch zu folgender Betrachtung führen:

Wenn ein Körper von einem andern beleuchtet wird, sey dieser letztere ein leuchtender Punkt selbst, oder auch nur ein beleuchteter Punkt; so sehen wir den beleuchteten Körper entweder selbst, oder indem wir ihn betrachten, sehen wir nicht den Körper, sondern den leuchtenden Körper, in welchem letztern Falle wir den beleuchteten Körper, einen Spiegel nennen. In beiden Fällen wird der beleuchtete Körper vom Leuchtenden zur Lumification gestimmt; jedoch auf zweierlei Weise. Erscheint der beleuchtete Körper selbst, so kündigt er seinen Standpunkt im Raume an, und lumifizirt demnach auf eine Weise, welche vorherrschend activ ist. Erscheint hingegen der beleuchtete Körper nicht selbst, sondern erscheint durch ihn bloß der leuchtende Körper, so kündigt er nicht seinen Standpunkt im Raume an, sondern den Standpunkt des ihn influenzirenden Körpers; daher in diesem Falle die Lumification am beleuchteten Körper sich vorherrschend passiv äußert.

Jeder Körper kann spiegeln: wenn man ihn nur in die Lage versetzt, daß die be-

Digitized by Google

leuchteten Punkte seiner Oberfläche, in ihrer Lumification auf einen gewissen Grad vorherrschend passiv sich äußern, d. h. in ihrer Lumification mehr eine Beziehung auf den leuchtenden Punkt, als eine Beziehung auf ihre Masse andeuten, d. h. daß sie mehr eine Lumification nach der Seite des leuchtenden Punktes hin, als ein Streben nach Fortleitung der Lumification innerhalb ihrer Masse äußern. Wird die Oberfläche eines Körpers geglättet; werden nämlich die obersten Punkte des Körpers mehr in einerlei Ebene versetzt, so hören diese Punkte auf, isolirte für sich bestehende Punkte zu seyn, welche die Lumification hinter sich fortsetzen können, und daher die Lumification in einem hohen Grade activ ausüben können. Die Lumification kann sich nun (nach dem Glätten) nicht mehr so ungehindert hinter den obersten Theilchen fortsetzen; daher denn die Lumification, in ihrer activen Aeußerung gestört, sich in einem höhern Grade passiv äußert; daher der geglättete Körper spiegelt; da hingegen beim Körper mit rauher Oberfläche, wo die Theile der Oberfläche mehr isolirt, abgesondert von einander stehen, daher nicht gehindert werden, die Lumification hinter sich fortzusetzen, sich activ äußern, folglich ihre eigenen Standpunkte im Raume verkünden, wodurch uns die rauhe Oberfläche selbst erscheint.

Diese Betrachtungen mögen dazu dienen, um folgende höchst interessante Erscheinung zu erklären, welche ursprünglich von Wollaston herrührt, dann von Malus weiter untersucht, und endlich von Laplace (nach der atomistischen Lichttheorie) dem Calcul unterworfen wurde. Man nehme ein Glasprisma (Fig. IV.) ABC, und lasse einen Lichtstrahl SI auf die Seite AB fallen, welcher aus der Luft in Glas dringend, zum Perpendikel gebrochen wird, und daher nach IE fortgeht. Ordnet man nun Alles so an, daß der Winkel IEq groß genug ausfalle (nämlich größer als $\text{Arc} \cdot \text{Cos}\left(1 - \frac{1}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}$), so wird das Auge in I' eine vollkommene Reflexion wahrnehmen, d. h. einen Lichtstrahl, aber keinen beleuchteten Gegenstand. Wird nun in E, an der Seite des Prisma CB ein Wassertropfen gebracht, so erscheint dem Auge in I' der Wassertropfen als ein Wassertropfen, d. h. der Wassertropfen äußert sich in seiner Lumification als activ, nämlich als die Lumification in seiner Masse fortsetzend, und nicht bloß als spiegelnd. Und in der That muß dieß auch so seyn. Denn bei jenem Winkel IEq, bei welchem der Punkt E der Luftebene CB, aufhört, den Strahl IE zu brechen; jener Winkel IEq ist noch zu klein, damit der Punkt E des Wassertropfens aufhöre, den Strahl IE zu brechen; nämlich die Lumification in seiner Masse fortzusetzen. Bei diesem Winkel IEq äußert sich demnach die Lumification des Tropfens reflectiv und refractiv, also immer noch zum Theil activ; der Tropfen kündet demnach immer seinen Standpunkt an, erscheint daher als Tropfen: Läßt man nun den Tropfen unverändert in E hängen, und ändert bloß den einfallenden Strahl SI dahin, daß der Winkel IEq größer werde, so gelangt man endlich zu jener

Größe des Winkels, von welcher an, für alle folgenden größern Winkel, der Tropfen dem Auge unterhalb I' nicht mehr als Tropfen erscheint, sondern bloß einen Lichtstrahl dem Auge zuwirft. In diesem Falle ist nämlich der Tropfen zu einem Spiegel geworden, d. h. der Punkt E des Tropfens äußert seine Lumification nun mehr passiv, nicht mehr activ, nicht mehr auf seine eigene Masse hin bezogen, sondern mit vorherrschender Beziehung auf den ihn beleuchtenden Punkt E der Glasebene CB. Der Punkt E deutet daher in seiner Lumification nicht mehr auf seinen Standpunkt hin, der Tropfen erscheint nicht mehr selbst als Tropfen; sondern die Lumification des Wassertheilchens E bezieht sich nur mehr auf den es beleuchtenden Punkt; die Lumification äußert sich am Wassertheilchen E nur mehr oberhalb CB, und vorzüglich im Entwurfe der Hauptoperationslinien, welche mit CB gleiche Winkel bilden, welche kleiner sind, als IEB, wenn IEB jenen Winkel ausdrückt, unter welchem die Luftrefraction aufzuhören begann. Der Tropfen in E ist demnach nicht an und für sich ein bloßer Spiegel; er ist es in so lange nicht, als er so beleuchtet wird, daß er in seiner Lumification sich noch activ äußern kann. Wie er aber so beleuchtet wird, daß er in seiner Lumification sich nur mehr passiv verhalten kann, so wird er zum Spiegel, sein Leuchten ist nämlich nicht mehr das Verkünden seines Standpunktes, sondern das Verkünden des ihn Beleuchtenden. Daß der Winkel IEq für das Spiegeln (das bloße Reflectiren ohne Refraction) des Wassertropfens größer werden müsse, als für das Spiegeln der Luft, dieses folgt aus der Formel

$$baq > \text{Arc. Cos}\left(1-\frac{1}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}};$$ indem C bezogen auf Glas und Wasser kleiner ist, als C bezogen auf Glas und Luft.

§. 240. Die Erscheinungen der (meines Erachtens sehr unpassend) sogenannten Lichtpolarität beziehen sich wesentlich auf Malus Versuch, wobei die zwei Spiegel a und r (Fig. V.) gegen den Horizont um gleiche Winkel geneigt sind, und wobei am untern Spiegel r, unter verschiedenen Azimuten, die größte Beleuchtung nach jener Ebene bt statt findet, worin der einfallende Strahl ba (der vom leuchtenden Punkte b auf den obern Spiegel a einfällt) liegt; hingegen die kleinste Beleuchtung nach jener Ebene sl, die auf der Ebene bt senkrecht steht. Dieser allgemein bekannte und schon erwähnte Versuch, läßt sich nach der atomistischen Theorie, bei Annahme einer Materialität des Lichtes, auf eine sehr gezwungene Weise erklären. Den Lichttheilchen wird hier eine sehr unregelmäßige Gestalt zugemuthet, und je nachdem der Spiegel diese oder jene Seite trifft, sollen die Theile zurückgeworfen, oder hindurch gelassen, oder verschluckt werden, u. s. w. Wer sich die Mühe hiezu nehmen will, mag diesen Gegenstand in Biots Werke über die Bewegung der Lichttheilchen um ihre Schwerpunkte weiter verfolgen, worin sehr interessante Erschei-

Digitized by Google

nungen und Gesetze vorkommen, die Erklärungen aber wenig einleuchtend sind, wenn ihnen gleich durch häufige Formeln ein sehr consequentes Ansehen ertheilt wird.

Jener von Malus zuerst angestellte Versuch, möchte sich auf eine viel ungezwungenere Weise aus unserer hier mitgetheilten Theorie der sogenannten Zurückwerfung des Lichts, begreifen lassen.

Wenn in des leuchtenden Punktes b Operationslinie ba, der Spiegel a dergestalt gelegt wird, daß die durch ba gedachte, auf dem Horizonte senkrechte Ebene, auf die Spiegelfläche mg senkrecht zu stehen kömmt, so wird der Punkt a der Oberfläche dieses Spiegels, in der halben Sphäre mndg nach allen Seiten hin auf eine gleiche und ähnliche Weise leuchten; um aber von seiner Passivität gegen b Kunde zu geben, und um die Symmetrie im Leuchten herzustellen, wird der Punkt a nach ab und ar, Hauptoperationslinien construiren (bam=rag. Wir nehmen an, es sey ar senkrecht auf den Horizont). Aus eben den Gründen wird der Punkt r der Oberfläche des untern Spiegels r, nach allen Seiten hin, in seiner obern halben Sphäre, auf einerlei Weise leuchten, zugleich aber, um seine Passivität gegen a zu verkünden, und um die Symmetrie herzustellen, Hauptoperationslinien nach ra und rh construiren. Der Punkt r wird aber zu gleicher Zeit im Entwurfe seiner Hauptoperationslinien ra und rh, sich so verhalten, um eine Beziehung, nicht bloß auf den ihn unmittelbar influenzirenden Punkt a, sondern zugleich auch auf den Punkt b, welcher der leuchtende Punkt ist, von welchem r ursprünglich influenzirt wird, anzudeuten. Es wird nämlich der Punkt r dahin streben, den ihn unmittelbar beleuchtenden Punkt a, und zugleich die erste Quelle b seiner Lumification anzuzeigen. Dies geschieht aber auf die einfachste Weise dadurch, daß sich in den Hauptoperationslinien ra und rh ein mehr oder minder intensives Lumifiziren manifestire, je nachdem, bei verschiedenen Azimuten des untern Spiegels r, die Operationslinie rh in eine Ebene fällt, welche mit der Richtung der Ebene bar mehr oder weniger zusammenfällt (d. h. weniger oder mehr von derselben abweicht).

Diesem gemäß wird sich Folgendes ergeben: Wenn der obere Spiegel a unverändert dieselbe Richtung behält, wenn die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b dieselbe bleibt, wenn der untere Spiegel r gegen den Horizont dieselbe Neigung beibehält; und wenn überhaupt an dem Ganzen nichts geändert wird, als das Azimut des untern Spiegels r; so wird der Punkt r des untern Spiegels r, bei allen Azimuten zwei Hauptoperationslinien ra und rh construiren, welche unveränderlich mit der Fläche des untern Spiegels dieselben Winkel bilden werden. Es wird überdieß die Hauptoperationslinie ra durchgehends in eine und dieselbe Richtung fallen; hingegen wird die Hauptoperationslinie rh, bei verändertem Azimute des untern Spiegels r, jedesmal in eine

andere, durch r a auf den Horizont ſenkrecht gedachte Ebene, fallen. Wenn das Azimut von r = o iſt, d. h. wenn die Fläche des untern Spiegels r auf der Fläche b a r ſenkrecht ſteht, ſo wird die Hauptoperationslinie r h, in dieſelbe Ebene b a r fallen, als die Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b. Dieſer letzte Fall wird eintreten, ſowohl wenn das Azimut des untern Spiegels r = o iſt, als auch dann, wenn das Azimut = 180° iſt. In dieſen beiden Fällen wird das Lumiſiziren in den Hauptoperationslinien r a und r h im höchſten Grade intenſiv vor ſich gehen. Wie aber allmählig das Azimut des untern Spiegels r, von 0° oder 180° abweicht, wird das Lumiſiziren in den Hauptoperationslinien r a und r h allmählig intenſiv ſchwächer werden, welches ſolchermaſſen fortgeht, bis der untere Spiegel r jenes Azimut erreicht hat, bei welchem die Hauptoperationslinie r h in jene auf den Horizont ſenkrechte Ebene fällt, welche unter allen jenen Ebenen, in welche r h fallen kann, die von der Ebene b a r am allermeiſten abweichende Lage hat. Dieſer Fall tritt aber offenbar dann ein, wenn r h in jene Ebene fällt, welche auf der Ebene b a r ſenkrecht ſteht, folglich wenn das Azimut des untern Spiegels r = 90° oder = 270° iſt. Hieraus erklärt ſich denn die Erſcheinung am Apparate von Malus (appareil de Malus), daß die ſtärkſte Beleuchtung am untern Spiegel r dann beſtehe, wenn die Fläche des untern Spiegels nach b oder nach t gewendet wird, daß hingegen die ſchwächſte Beleuchtung am untern Spiegel r dann beſtehe, wenn die Fläche des untern Spiegels nach l oder nach s gewendet wird.

Wir ſehen in dieſem höchſt merkwürdigen Phänomene keine eigenthümliche Geſtalten der Lichttheilchen, keine eigenthümliche Gruppirung derſelben gegen einander, auch keine eigenthümliche Eigenſchaft derſelben von der Glasfläche abzuprellen, oder in dieſelbe zu dringen, je nachdem die Lichttheilchen mit der einen oder der andern Seite an die Glasfläche anſtoſſen: Nein! wir ſehen hier nichts von allen dieſen erzwungenen atomiſtiſchen Hypotheſen, wornach ein Lichttheilchen in einen Glaskörper etwa eben ſo eindringen möchte, wie der Keil in das Holz. Wir glauben vielmehr in jenem Phänomene einen wichtigen Zug der Charakteriſtik des beleuchteten Punktes überhaupt zu entdecken. Wir ſehen hierin weiter nichts, als eine doppelte Beziehung in der lumiſizirenden Reaction des Punktes r; nämlich eine Beziehung auf den ihn unmittelbar influenzirenden Punkt a und zugleich eine Beziehung auf den ihn urſprünglich influenzirenden Punkt b. Die Beziehung auf den Punkt a äußert ſich in der lumiſizirenden Reaction des Punktes r, durch den jedesmaligen Entwurf der Hauptoperationslinien r a und r h, welche ihren Richtungen nach ſchon durch den Punkt a völlig beſtimmt ſind, wenn das Azimut des Spiegels r gegeben iſt. Die Beziehung auf den Punkt b kann ſich daher in der lumiſizirenden Reaction des Punktes r, auf keine Weiſe dadurch manifeſtiren, daß die Hauptoperationslinien r a und r h in ihren Richtungen von der Lage von b als abhängig erſcheinen möchten. Es

bleibt der lumisizirenden Reaction des Punktes r, will sie ja eine Beziehung auf den Punkt b andeuten, will der Punkt r sich als von b ursprünglich influenzirt erklären, kein anderer Ausweg übrig, als verschiedene Grade des Lumisizirens anzunehmen, in dem Maaße als die Hauptoperationslinie rh von der Operationslinie ba mehr oder weniger abweicht. Die hier eintretende Veränderlichkeit bezieht sich aber lediglich auf die jedesmalige Neigung der Ebene, in welche rh fällt, zu der Normalebene bar. Der Grad des Lumisizirens in den Hauptoperationslinien ra und rh muß daher von der jedesmaligen Neigung der benannten Ebenen gegen einander abhängen. Was ist aber in dem hier betrachteten Falle, wenn es uns ja gelungen ist, die Action des Lumisizirens richtig zu deuten, natürlicher, was ist consequenter, als daß sich das Lumisiziren am kräftigsten da äußere, wo die Hauptoperationslinie rh mit jener ab in einerlei Ebene fällt; daß hingegen das Lumisiziren sich am schwächsten da äußere, wo rh in jene Ebene fällt, deren Richtung von jener am allermeisten abweicht, in welchen die Operationslinie ba fällt?

§. 241. Die so eben folgenden Betrachtungen über die doppelte Strahlenbrechung bei crystallisirten Körpern, werden uns einen neuen Beweis liefern, daß es nicht ungereimt sey, in der lumisizirenden Reaction eine mehrfache Beziehung zu gleicher Zeit anzunehmen, und daß, wenn die lumisizirende Reaction unter diesen Gesichtspunkt gebracht wird, sich manches Phänomen der Lichterscheinung auf eine Weise erklären lasse, wobei man der Lichtmaterie gänzlich entbehren, und dem Crystalle in seiner Lumification einen Grad des Lebens zumuthen kann, dessen Charakter aus den Erscheinungen in Regeln gefaßt werden kann.

Wir wollen nun versuchen, die Phänomene der sogenannten doppelten Strahlenbrechung, mathematischen Ansichten zu unterwerfen, wobei wir, wie bisher, keine Lichtmaterie fingiren, sondern Alles als Action betrachten.

§. 242. Bei den meisten durchsichtigen crystallisirten Körpern, äußert sich das Fortleiten des Lumisizirens (vom beleuchteten Punkte a aus), in die Masse hinein, nach zwei verschiedenen Richtungen, deren eine die schon erwähnte ab′ ist, die andere aber nach einem jedesmaligen Gesetze gegen eine Axe des Crystalls geneigt ist, welche Axe eine unmittelbare Beziehung auf die primitive Form des Crystalls hat.

Wir sehen also hier an der Reaction der Crystallmasse (gegen die Einwirkung des leuchtenden Punktes b), das Verhältniß ihrer Passivität und Activität, nicht bloß als Beleuchtetes überhaupt, sondern zugleich auch als Beleuchtetes von dieser oder jener eigenthümlichen Natur, von diesem oder jenem eigenthümlichen Plasticismus (in ihrem verborgensten Gefüge), ausgesprochen. Es tritt hier, in zwei abgesonderten Aeußerungen, das Allgemeine und Specielle hervor, und zwar Letzteres als vom Erstern abgeleitet.

Digitized by Google

So viel als Vorbereitung zu folgender Theorie der doppelten Strahlenbrechung, wobei wir uns, Kürze halber, nicht im Sinne der Atomiſtiker, ſondern bloß in Beziehung auf Action der Ausdrücke: réfraction ordinaire, réfraction extraordinaire bedienen, wodurch blos die Richtungen der Fortleitung des Lumiſizirens angedeutet werden *).

Der isländiſche Spath iſt von Rhomboidalform, woran ſechs ſpitze und zwei ſtumpfe Körperwinkel vorhanden ſind. Es beſteht demnach an dieſem Cryſtalle eine Axe, welche ſich von allen übrigen wie immer durch den Cryſtall gedachten Axen unterſcheidet, und hiedurch, als die geometriſche Grundlinie hervortritt, von wo aus der Plaſticismus am Cryſtalle, gleichſam ſeine übrigen Conſtructionslinien zu entwerfen ſcheint. Dieſe Axe, welche die Axe des Cryſtalls heißt (l'axe du crystal), läuft von einem ſtumpfen Körperwinkel nach dem andern hin; ſie kann daher nur eine einzige ſeyn, indem es nur zwei ſtumpfe Körperwinkel am Cryſtalle gibt. Jede Beziehung auf jene Axe, iſt folglich die einfachſte und kürzeſte Beziehung auf den plaſtiſchen Habitus, auf die plaſtiſche Natur und Weſenheit des Cryſtalls. In jeder Beziehung des Fortleitens (der Lumification) daher auf jene Axe, ſpricht ſich das Fortleiten als den Plaſticismus des Cryſtalls andeutend, aus, als eine durch die ſpecielle Natur und Weſenheit des Cryſtalls bedingte Action. Und ſiehe da! die réfraction extraordinare, ſteht wirklich in einer unverkennbaren Beziehung zu jener Axe.

Wer ſollte hier die Sprache der Natur mißverſtehen, da ſie ſich dem unbefangenen Beobachter, ſo klar verkündet? Nicht eine eigene Anziehung oder Abſtoßung in der Axe des Cryſtalls (die ja immer nur eine gedachte Linie iſt) gegen eine fingirte Lichtmaterie, wollen wir in der doppelten Strahlenbrechung erblicken. Nein! wir ſehen hier die Reaction des Cryſtalls, ſich bloß in einer zweifachen Beziehung ausſprechend, als Allgemeines und Specielles. Und ſo entdecken wir denn ſchon in der Reaction des Cryſtalls ein Analogon des Lebens, eine zweifache Beziehung, die ſich am Geiſte, freylich als Action von weit höherer Art, wieder findet, nämlich: als Wahrnehmung, und als aus der Wahrnehmung hervortretendes Ideal, wodurch die Wahrnehmung ſelbſt nicht verliſcht. In der erſtern Verrichtung liegt bloß eine Beziehung zwiſchen dem Objecte, das wahrgenommen wird, und zwiſchen dem Geiſte überhaupt, welcher den Gegenſtand wahrnimmt, indem die Action vom Gegenſtande auf den Geiſt fortgeleitet wird (ſo wie das Lumiſiziren ſich innerhalb der beleuchteten Maſſe vom leuchtenden Punkte aus, nach der réfraction ordinaire fortleitet). In der letztern Verrichtung liegt eine vorzügliche Beziehung auf das Individuelle des Geiſtes ſelbſt; das Ideal iſt zwar immer von der erſten Wahrneh-

*) Die Erſcheinungen der doppelten Strahlenbrechung und der atomiſtiſchen Erklärung derſelben, finden ſich ſehr weitläufig auseinander geſetzt in Biot Recherches . . . ., und Biot physique.

mung abhängig, da dieſe es iſt, welche zum Schaffen des Ideals den erſten Impuls gab; das Ideal tritt aber für ſich abgeſondert aus der Wahrnehmung hervor, und gibt Kunde von der Individualität, der eigenthümlichen Schöpferkraft des Geiſtes. (Eben ſo äußert der Cryſtall in der réfraction extraordinaire, einen vorzüglichen Grad von Individualität, denn hier beſteht durchgehends eine beſtimmte Beziehung auf des Cryſtalls Plaſticismus, falle der Strahl, wie und wo immer ein; bei der réfraction ordinaire hingegen zeigt ſich nur die allen Körpern eigenthümliche Brechung zum oder vom Perpendikel innerhalb der Maſſe).

Wenn das Ideal, das vom Geiſte geſchaffen wird, ſeinen Urſprung dem Eindrucke eines äußern Gegenſtandes verdankt, ſo iſt das Ideal nicht ein unmittelbares Reſultat des Einwirkens des Gegenſtandes auf den Geiſt, und zugleich der activen Aeußerung des Geiſtes; ſondern das Ideal iſt das unmittelbare Reſultat der Activität des Geiſtes (wobei der Geiſt im Schaffen, ſeine Individualität ausſpricht), welche Activität ſich unmittelbar auf das ſchon im Geiſte beſtehende Bild des Gegenſtandes bezieht. Die Wahrnehmung muß nämlich ſchon vorhergegangen ſeyn, das Bild des Gegenſtandes muß ſchon im Geiſte beſtehen, wenn der Geiſt das Ideal daraus gleichſam hervorrufen ſoll *). Das Ideal geht alſo aus der ſchon vorhandenen Wahrnehmung hervor, wodurch aber die Wahrnehmung ſelbſt, nicht verliſcht; die Wahrnehmung iſt daher die urſprüngliche und bleibende Action; die Bildung des Ideals, hingegen, die von jener abgeleitete Action; die Wahrnehmung iſt gleichſam der Stamm, das Ideal ein Zweig des Stammes; der Zweig iſt aber durch den Stamm in ſeinem Daſeyn bedingt, wenn gleich andere Nebenumſtände auf das Verhalten des Zweiges mit einwirken können.

Dieſe metaphyſiſche Beleuchtung iſt hier, wo wir die doppelte Strahlenbrechung als Reſultat der lumifizirenden Reaction betrachten, wo wir der dioptriſchen Charakteriſtik des Cryſtalls nachſpüren, keine Digreſſion, ſondern eine Vorbereitung zu unſern folgenden Anſichten, zu deren Verſtändniſſe nicht genug anempfohlen werden kann, die vorgefaßten Anſichten und Fictionen des Atomiſtikers, einſtweilen gänzlich zu verlaſſen. Ueberdieß ſtreben wir in dieſer Schrift, die Analogie in den Actionen der Natur, wo es nur möglich iſt, zu enthüllen, in der Ueberzeugung, daß nur auf dieſem Wege, eine allgemeinere homogenere Anſicht der Natur, zwar kein Ergründen derſelben, aber ein Ahnden ihrer Geſetze, möglich werde.

*) So ſchuf der Geiſt des Künſtlers das Ideal der mediciſchen Venus, erſt dann, als er die ſchönen Umriſſe des weiblichen Körpers ſchon wahrgenommen hatte. Dieß Ideal wäre in ſeinem Geiſte nie entſtanden, hätte er nie ein Weib geſehen.

Digitized by Google

Die Erſcheinung der doppelten Strahlenbrechung iſt (nach unſern Anſichten, wornach uns die Erſcheinungen des Leuchtens überhaupt bloße Actionen und Reactionen von unbekannter Natur ſind) ein Fortleiten der Lumification innerhalb der Maſſe des Cryſtalls, nach zweierlei Richtungen; ein Fortleiten in zweyerley Beziehungen; nämlich in Beziehung auf den Perpendikel innerhalb der Maſſe, und auf die Axe des Cryſtalls; folglich in Beziehung auf die beleuchtete Maſſe überhaupt, und in Beziehung auf den eigenthümlichen Plaſticismus des Cryſtalls. Das Fortleiten des Lumifizirens nach der réfraction ordinaire a b′, iſt ein Reſultat des paſſiven und activen Verhaltens des beleuchteten Punktes a, gegen den leuchtenden Punkt b, und die Maſſe des Cryſtalls, hingegen iſt das Fortleiten der Lumification nach der réfraction extraordinaire $\alpha\beta'$, das Reſultat des Strebens, den Plaſticismus des Cryſtalls auszuſprechen (durch eine Beziehung auf die Axe des Cryſtalls), und zugleich, der ſchon beſtehenden Fortleitung der Lumification nach a b′. Der Cryſtall entwickelt nämlich die réfraction extraordinaire, aus der ſchon beſtehenden réfraction ordinaire, ſo wie der Geiſt das Ideal aus der ſchon beſtehenden Wahrnehmung entwickelt.

Die réfraction ordinaire verhält ſich daher zur réfraction extraordinaire, wie die Wahrnehmung zum Ideale (das aus dem äußern Gegenſtande entſpringt), oder wie der Stamm zum Zweige, oder wie das ſchon als ſeyend Vorausgeſetzte, zu dem aus dem Seyenden hervorgetretenen.

Wir hätten ſagen können: Das Fortleiten der Lumification nach der réfraction extraordinaire $\alpha\beta'$, ſey das Reſultat, des Strebens nach Fortleitung in der Richtung b a (b iſt der leuchtende Punkt), und zugleich des Strebens, eine gewiſſe Richtung gegen die Axe des Cryſtalls a c anzunehmen; wobei es am Einfachſten geweſen wäre, die ſenkrechte oder parallele Richtung gegen a c zu wählen. Allein dieſe Hypotheſe würde weder mit der obenerwähnten Erſcheinung am Geiſte analog ſeyn, noch (welches der ſchlimmſte Umſtand wäre) mit den Erſcheinungen der doppelten Strahlenbrechung übereinſtimmen, wie wir ſogleich beweiſen wollen.

Wenn der leuchtende Punkt b ſich in q befindet, und folglich deſſen Operationslinie b a auf die durch den Punkt a, der Oberfläche des Cryſtalls gedachte tangentirende Ebene ſenkrecht auffällt *), ſo geſchieht ein Fortleiten des Lumifizirens, bloß nach der Cryſtallaxe

*) Hier wird vorausgeſetzt, daß in einem rhomboidalen isländiſchen Spathe die beiden ſtumpfen Körperwinkel dergeſtalt abgeſchnitten wären, daß zwei ſenkrechte Ebenen M N und K L auf der Axe des Cryſtalls a c, nämlich an den beiden Enden dieſer Axe beſtünden, und daß der leuchtende Punkt b über einer dieſer Ebenen ſich befinde, ſo daß der Strahl von réfraction ordinaire nach der Axe M N des Cryſtalls fortlaufen müßte, wenn der leuchtende Punkt b ſich in der verlängerten Axe des Cryſtalls außerhalb deſſelben, z. B. in q befände. Wäre aber der leuchtende Punkt in b, ſo würde der Strahl b a zum Perpendikel a c, nach a b′, gebrochen (in der Sprache des Atomiſtikers).

ac; réfraction ordinaire und extraordinaire fallen in dieſer Richtung zuſammen. Dieß ließe ſich daraus erklären, daß das Fortleiten des Lumiſizirens nach der réfraction extraordinaire, ein Reſultat ſey, der zwei Beſtrebungen, nach Fortleitung in der Richtung qa und in einer auf der Cryſtallaxe ſenkrechten Richtung; da aber leßteres Streben ringsum nach allen Seiten von ac daſſelbe ſey, ſo hebe es ſich auf, ſo daß die réfraction extraordinaire eben ſo ausfalle, als ob das Streben nach Fortleitung ſenkrecht auf der Cryſtallaxe ac gar nicht beſtünde. Eben ſo hätte man hier die Erſcheinung durch ein Streben nach qa, und zugleich durch ein Streben parallel zu ac erklären können. Die hier angeführte Erſcheinung wäre alſo der Hypotheſe, die wir oben als falſch erklärten, nicht zuwider. Allein anders verhält es ſich mit folgender Erſcheinung am isländiſchen Cryſtalle und an allen Cryſtallen von doppelter Strahlenbrechung.

Man denke ſich den einen der ſtumpfen Körperwinkel des isländiſchen Spaths durch die Ebene MN vom Cryſtalle getrennt; jedoch ſo, daß die Ebene MN die Cryſtallaxe ac nicht ſenkrecht ſchneide, ſondern ſchief, ſo iſt folgendes aus der Erfahrung erwieſen: Wenn die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b mit der Ebene MN einen Winkel bildet, bei welchem, dem Brechungsverhältniſſe zwiſchen Luft und Cryſtall gemäß, die Fortleitung der Lumification innerhalb des Cryſtalls nach der Cryſtallaxe ac erfolgt (wenn nämlich der gebrochene Strahl ab mit der Cryſtallaxe ac zuſammenfällt) ſo beſteht allemal nur eine einzige Fortleitung der Lumification innerhalb des Cryſtalls, die réfraction ordinaire und die réfraction extraordinaire fallen dann in eine und dieſelbe Linie, nämlich in die Cryſtallaxe ac.

Wir wollen dieſe Erſcheinung aus der vorhin als falſch erklärten Hypotheſe zu erklären ſuchen, woraus ſogleich der Widerſpruch mit derſelben einleuchtend wird. Der Punkt (Fig. VII.) a der Oberfläche MN des Cryſtalls MNKL, hat das doppelte Beſtreben der Fortleitung nach bak und nach dem Perpendikel das durch a auf MN gezogen wird, und hieraus entſteht das Fortleiten nach einer graden Linie ab′, welche zwiſchen der verlängerten ba und dem Perpendikel liegt; jene Richtung ab′ fällt unter den gehörigen Umſtänden, in die Cryſtallaxe ac, und ſo entſteht denn eine réfraction ordinaire nach der Cryſtallaxe ac. Zugleich hat der Punkt a das doppelte Beſtreben der Fortleitung nach der verlängerten ba, und nach einer ſenkrechten oder parallelen Richtung zu ac, woraus eine combinirte Fortleitung nach $a\beta''$ odder nach $a\beta'$ entſteht; die ſolchermaßen entſtandene réfraction extraordinaire nach $a\beta''$, oder $a\beta'$, kann aber nie in die Cryſtallaxe ac fallen; ſonſt müßte man vorausſeßen, es wäre in dem gegebenen Falle das ſenkrechte oder parallele Streben zu ac negativ oder $= \infty$, wofür doch nicht der allergeringſte Grund angenommen werden könnte. Hier ſtimmt alſo die Erklärung mit der Erſcheinung nicht überein.

Digitized by Google

Ganz anders fällt die Erklärung aus, wenn wir den Gegenstand folgendermaßen betrachten, wobei wir zugleich eine überraschende Analogie des Lumisizirens mit der Action unseres Geistes entdecken, wie schon erwähnt wurde.

Der Punkt a der Oberfläche MN des Crystalls MNKL, hat das doppelte Bestreben der Fortleitung nach bak und nach dem Perpendikel, das durch a auf MN gezogen wird, und hieraus entsteht das Fortleiten nach einer graden Linie ab', welche zwischen der verlängerten ba und dem Perpendikel liegt; jene Richtung ab' fällt unter den gehörigen Umständen in die Crystallaxe ac, und so entsteht denn eine réfraction ordinaire nach der Crystallaxe ac. Nachdem das Fortleiten der Lumification nach der Crystallaxe ac eingetreten ist (nachdem der Geist den Gegenstand wahrgenommen, dessen Bild in sich fixirt hat), und der Crystall hiedurch die Reaction des beleuchteten Körpers überhaupt ausgeübt hat; bleibt er bei dieser bloß allgemeinen Reaction nicht stehen (bleibt der Geist bei der Wahrnehmung nicht stehen); er strebt überdieß nach einer eigenthümlichen Action, nach einem Verkünden seines innern Plasticismus (der Geist strebt überdieß nach einer eigenthümlichen Action, nach dem Verkünden seiner individuellen Schöpferkraft); und so strebt er denn zugleich nach Fortleitung der Lumification senkrecht oder parallel zur Crystallaxe ac (der Geist strebt nach dem ihm dunkel und unbewußt vorschwebenden Ideale in der allgemeinsten Form); aus diesem Streben nun, und dem ursprünglichen Streben nach ac, entsteht ein combinirtes Streben (aus diesem combinirten Streben entsteht im Geiste das jedesmal entworfene Ideal; dieses ist das combinirte Resultat, aus dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinsten Form, nach dem aus der Natur des Geistes unbedingt hervorgehenden Ideale und zugleich aus der Wahrnehmung, an welche das Ideal geknüpft wird; und so giebt es denn für einen Geist nur ein allgemeines Ideal, hingegen unendlich viele einzelne Ideale, je nachdem von dieser oder jener Wahrnehmung ausgegangen wird *)), welches in ac selbst fallen muß. Denn im Falle des parallelen Strebens ist wohl kein Zweifel daran; aber auch im Falle des senkrechten Strebens bleibt die Behauptung wahr, wenn man bedenkt, daß das senkrechte Streben nach allen Seiten von ac ringsum dasselbe ist, folglich in unsrem Falle eben so viel, als kein Streben ist.

Wenn die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b, unter übrigens unveränder-

*) So entstand das Ideal der medicäischen Venus aus dem allgemeinen Ideale der Vollkommenheit und der im Geiste fixirten Wahrnehmung eines schönen weiblichen Körpers. So entstand das Ideal des Apollo im Belvedere, aus demselben allgemeinen Ideale der Vollkommenheit überhaupt, aber aus der im Geiste fixirten Wahrnehmung eines schönen jugendlichen Mannes. Eben so entsteht die réfraction extraordinaire, welche die verschiedensten Richtungen haben kann, bei einerlei Crystall durch ein und dasselbe Streben senkrecht oder parallel zur Crystallaxe, aber zugleich durch die verschiedenen schon vorher bestimmten Richtungen und Größen der réfraction ordinaire.

Digitized by Google

ten Umſtänden, mit der Durchſchnittsebene MN einen andern Winkel bildet, ſo daß die réfraction ordinaire ab′ nicht in die Cryſtallaxe ac fällt, ſo muß unſerer Hypotheſe gemäß, eine réfraction extraordinaire ſtatt finden, wie dieß die Erfahrung auch vollkommen erweiſt. In dieſem Falle erklären wir nämlich die Erſcheinung der doppelten Strahlenbrechung folgendermaßen:

Der Punkt a der Oberfläche MN des Cryſtalls MNKL hat das doppelte Beſtreben der Fortleitung nach bak und nach dem Perpendikel das durch a auf MN gezogen wird, und hieraus entſteht das Fortleiten nach einer graden Linie ab, welche zwiſchen der verlängerten ba und dem Perpendikel liegt. Nachdem das Fortleiten der Lumification nach der Richtung ab′ eingetreten iſt (nachdem der Geiſt den Gegenſtand wahrgenommen, deſſen Bild in ſich fixirt hat), und der Cryſtall hiedurch die Reaction des beleuchteten Körpers überhaupt ausgeübt hat; bleibt er bei dieſer bloß allgemeinen Reaction nicht ſtehen (bleibt der Geiſt bei der Wahrnehmung nicht ſtehen: er ſtrebt überdieß nach einer eigenthümlichen Action, nach einem Verkünden ſeines innern Plaſticismus (der Geiſt ſtrebt überdieß nach einer eigenthümlichen Action, nach dem Verkünden ſeiner individuellen Schöpferkraft); und ſo ſtrebt er denn zugleich nach Fortleitung der Lumification ſenkrecht oder parallel zur Cryſtallaxe ac (der Geiſt ſtrebt nach dem dunkel und unbewußt ihm vorſchwebenden Ideale in der allgemeinſten Form); aus dieſem Streben nun, und dem urſprünglichen Streben nach ab′ entſteht ein combinirtes Streben aβ′, welches mit ab′ nicht zuſammenfallen kann (aus der Wahrnehmung und dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinſten Form, entſteht im Geiſte das jedesmal entworfene Ideal; dieſes iſt das combinirte Reſultat aus dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinſten Form, nach dem aus der Natur des Geiſtes unbedingt hervorgehenden Ideale, und zugleich aus der Wahrnehmung, an welche das Ideal geknüpft wird, und ſo giebt es denn für einen Geiſt, nur ein allgemeines Ideal, hingegen unendlich viele einzelne Ideale, je nachdem dieſelben von dieſer oder jener Wahrnehmung ausgehen). Dadurch, daß aus der urſprünglich eingetretenen Lumificationsfortleitung nach ab′, und aus dem Streben der Fortleitung ſenkrecht oder parallel zur Cryſtallaxe ac, die Lumificationsfortleitung nach aβ′ entſtanden iſt; dadurch iſt die urſprüngliche Lumificationsfortleitung ab′ nicht etwa vernichtet worden; ſondern beide Lumificationsfortleitungen, nach aβ′ u. ab′ beſtehen zu gleicher Zeit; ſo wie das Allgemeine dadurch nicht aufgehoben wird, daß das Spezielle daraus hervorgeht (dadurch, daß aus der urſprünglich eingetretenen Wahrnehmung, und aus dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinſten Form, ein beſtimmtes Ideal hervorgegangen iſt; dadurch iſt die urſprüngliche Wahrnehmung nicht etwa erloſchen; ſondern das Ideal und die Wahrnehmung beſtehen zu gleicher Zeit, d. h. der Geiſt iſt ſich ihrer bewußt). Und ſo äußert denn der Cryſtall innerhalb ſeiner Maſſe, eine zweifache Beziehung zu gleicher Zeit, rückſichtlich

Digitized by Google

ſeiner lumiſzirenden Reaction; nämlich eine Beziehung auf den Perpendikel ak', auf den beleuchteten Körper überhaupt, durch die réfraction ordinaire ab'; ferners eine Beziehung auf die Cryſtallaxe ac, auf den jedesmaligen Cryſtall insbeſondere, durch die réfraction extraordinaire aβ' (und ſo äußert denn der Geiſt eine zweifache Beziehung zu gleicher Zeit, rückſichtlich ſeiner Reaction auf die Außenwelt; nämlich eine Beziehung auf den Geiſt überhaupt durch das Wahrnehmen; ferners eine Beziehung auf das individuelle Vermögen zu ſchaffen insbeſondere, durch die Bildung des jedesmaligen Ideals aus der vorhergegangenen Wahrnehmung).

Die Beziehung auf die Cryſtallaxe ac in der Lumificationsfortleitung, bey Cryſtallen von doppelter Strahlenbrechung, jene Beziehung äußert ſich entweder als ein Streben ſenkrecht auf ac, oder parallel zu ac. Hiernach ließen ſich die Cryſtalle von doppelter Strahlenbrechung eintheilen, in ſolche mit rechtwinklichter, und in ſolche mit paralleler Beziehung; ſo wäre z. B. der isländiſche Spath ein Cryſtall von doppelter Strahlenbrechung mit rechtwinklichter Beziehung. Allein wir wollen, um nicht unnützer Weiſe neue Benennungen einzuführen, bei der angenommenen Bezeichnung bleiben, und daher die Ausdrücke beybehalten: Zurückſtoßende und anziehende doppelte Strahlenbrechung (double réfraction, répulsive et attractive) wobei wir jedoch uns dieſer Ausdrücke nur als Symbole bedienen, und ihnen nicht den Sinn ertheilen, welcher ihnen vom Atomiſtiker nach der vorgefaßten Anſicht, gegeben wird, als werde die Lichtmaterie von der Cryſtallaxe angezogen oder abgeſtoßen.

Hätte die Operationslinie ba mit MN denſelben Winkel gebildet, wie bisher, aber fiele im Punkte a in Punkt α, ſo wären die réfraction ordinaire und extraordinaire parallel zu den vorhergehenden ab' und aβ' ausgefallen; denn bei der réfraction ordinaire bezöge ſich alles auf den Perpendikel durch α, und bei der réfraction extraordinaire, Alles auf ein ſenkrechtes oder paralleles Streben gegen ac, alſo auch gegen αc, das wir durch α zu ac parallel gezogen denken (Biot nennt αc l'axe de réfraction extraordinaire).

Wird ein Parallelepipedon aus der Maſſe eines isländiſchen Spaths dergeſtalt herausgeſchnitten, daß alle Seiten des Parallelepipedons theils parallel, theils ſenkrecht zur Cryſtallaxe cac liegen, ſo iſt aus der Erfahrung Folgendes bekannt, rückſichtlich der doppelten Strahlenbrechung.

Die Operationslinie (Fig. VIII.) ba des leuchtenden Punktes b, befinde ſich in einer Ebene, die man ſich ſenkrecht durch das Parallelepipedon gezogen denkt, die nämlich die Cryſtallaxe cac in a ſenkrecht ſchneidet, woraus die Brechungsebene MNKL im Parallelepipedon entſteht. Hier wird das Fortleiten der Lumification innerhalb des Cryſtalls in die Ebene MNKL fallen, und zwar mit Annäherung zum Perpendikel qak', wie dieß

von der réfraction ordinaire hinlänglich bekannt ist. Es wird aber zugleich eine réfraction extraordinaire ſtatt finden, welche in dieſem Falle ſich gleichfalls auf den Perpendikel a k beziehen wird, und zwar nach einem ähnlichen Geſetze, als die réfraction ordinaire. Sey nämlich δ der Einfallswinkel b a q, δ' der Brechungswinkel für die réfraction extraordinaire, δ'' der Brechungswinkel für die réfraction ordinaire, ſo hat man

$$\text{Sin } \delta' = a \text{ Sin } \delta$$
$$\text{Sin } \delta'' = b \text{ Sin } \delta$$

worin a = 0,6741717 und b = 0,6044871
nach Malus angenommen werden kann.

Dieſe Erſcheinung erklären wir nach unſerer Theorie der doppelten Strahlenbrechung folgendermaßen:

In der lumiſizirenden Reaction des isländiſchen Spaths liegt das Streben, ſeinen allgemeinen Charakter als Beleuchtetes überhaupt und zugleich ſeinen eigenthümlichen Charakter, als nach einer gewiſſen primitiven Form Gebildetes auszuſprechen; nämlich eine zweifache Fortleitung in der lumification anzunehmen, deren eine die Beziehung auf den Perpendikel, die andere hingegen die Beziehung auf die Cryſtallaxe in ſich faßt. Erſtere Beziehung wird durch die réfraction ordinaire, letztere Beziehung durch die réfraction extraordinaire ausgedrückt.

Da in dem hier betrachteten Falle aus der réfraction ordinaire ſich keine réfraction extraordinaire ableiten läßt, welche letztere ein vertikales oder paralleles Streben zur Cryſtallaxe c a c andeuten, und hiedurch eine unmittelbare Beziehung auf die Cryſtallaxe verkünden möchte *); ſo nimmt die réfraction extraordinaire in dieſem Falle jene Richtung an, wodurch wenigſtens mittelbar die lage der Cryſtallaxe a c, angedeutet wird; ſo daß die lumiſizirende Reaction ſich auch hier noch in ihrer zweifachen Beziehung ausſpricht, und zwar ſo deutlich, als ſie es in dem vorliegenden Falle (den wir für die lumiſizirende Reaction des isländiſchen Spaths, gleichſam als einen Fall der Verlegenheit betrachten können) nur immer vermag **). Die réfraction extraordinaire nimmt nämlich in dieſem Falle eine Richtung an, welche innerhalb der Ebene M N K L liegt, aber

*) Eine réfraction extraordinaire außerhalb der Brechungsebene M N K L würde auf kein vertikales Streben zu a c deuten, und eben ſo wenig auf ein paralleles Streben zu a c, da ja das parallele Streben nach beiden entgegengeſetzten Seiten von a hin, ſich auf gleiche Weiſe äußern muß. Eine réfraction extraordinaire innerhalb der Brechungsebene M N K L, aber gegen die réfraction ordinaire wie immer geneigt, würde gleichfalls auf kein vertikales oder paralleles Streben gegen a c deuten.

**) Ein Analogon von Spontaneität, von Planmäßigkeit finden wir in allen Actionen der Natur, am Auffallendſten aber in der organiſchen Natur, und das um ſo mehr, auf einer je höhern Stufe des Lebens das organiſirte Weſen ſteht.

mit der réfraction ordinaire nicht zusammenfällt; so daß die réfraction extraordinaire und ordinaire zusammengenommen, auf eine Ebene hindeuten, welche durch ihre Lage, die Lage der Crystallaxe auf die einfachste Weise zu erkennen giebt, indem nämlich die durch beide Refractionen angedeutete Ebene, jene ist, welche zur Crystallaxe die Lage der Indifferenz, die senkrechte Lage behauptet. Die lumisizirende Reaction des isländischen Spaths, spricht hier ihre Beziehung auf das Spezielle des Crystalls, auf die primitive Form desselben, auf die Crystallaxe, durch die réfraction extraordinaire, nicht unmittelbar aus; dieß ist aber auch jener lumisizirenden Reaction in dem hier betrachteten einzelnen Falle mathematisch unmöglich; sie spricht hier ihre Beziehung auf das Spezielle des Crystalls durch die réfraction extraordinaire nur mittelbar aus; nämlich durch Hindeuten auf eine Ebene, die zur Crystallaxe die ausgezeichnetste unter allen erdenklichen Lagen behauptet.

Warum unterliegt aber hier, der Regel im Allgemeinen zuwider, die réfraction extraordinaire einem ähnlichen Gesetze als die réfraction extraordinaire? Dieß läßt sich hieraus begreifen.

Die réfraction extraordinaire erfüllt (in dem hier betrachteteten einzelnen Falle) ihren Zweck, deutet eine Beziehung auf die Crystallaxe an, wenn sie nur nicht außerhalb der Ebene MNKL fällt, sie mag übrigens welch immer eine Lage innerhalb MNKL annehmen; diese jedesmalige Lage bezieht sich daher (in dem hier betrachteten Falle) nicht auf die Crystallaxe; daher denn hier die jedesmalige Richtung der réfraction extraordinaire, sich auf keine andere Normalrichtung beziehen kann, als auf den Perpendikel ak' (wie die réfraction ordinaire). Das Gesetz der réfraction extraordinaire nimmt also den Charakter des Gesetzes der réfraction ordinaire an. Ueberdieß sind es (in dem hier betrachteten einzelnen Falle) gemeinschaftlich beide Refractionen, welche eine Beziehung auf die Crystallaxe andeuten (nur beide zusammengenommen, deuten auf die Ebene MNKL hin, und durch diese auf die Crystallaxe ac), und es behauptet hierinfalls keine der beiden Refractionen vor der andern einen Vorzug. Es ist also kein Grund vorhanden, warum das Gesetz der Richtung an der réfraction extraordinaire vom Gesetze der Richtung an der réfraction ordinaire mehr abweichen sollte, als erforderlich ist, damit nicht beide réfractionen in einerlei Richtung fallen, als wodurch das Andeuten der Ebene MNKL vereitelt werden möchte. Hiezu ist aber hinreichend, wenn die Ausdrücke beider Gesetze, sich bloß durch ihre beständigen Coefficienten a und b unterscheiden; und so ist es denn sehr natürlich, daß $\sin \delta' = a \sin \delta$ und $\sin \delta' = b \sin \delta$ ist.

Wir wollen den hier betrachteten Fall an unserm Parallelepipedon, bloß dahin abändern, daß die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b, in eine Ebene falle, welche

Digitized by Google

parallel zur Cryſtallaxe c a c durch das Parallelepipedon dergeſtalt gelegt wird, daß jene Ebene auf der Oberfläche des Parallelepipedons ſenkrecht zu ſtehen komme. In dieſem Falle entſtehen wieder zwei Refractionen, nämlich die réfraction ordinaire und die réfraction extraordinaire; beide liegen wieder in der Brechungsebene (nämlich in der durch das Parallelepipedon erwähnter Maſſen gelegten Ebene); allein das Geſetz für die Richtung der réfraction extraordinaire iſt von ganz anderer Art, als das Geſetz für die Richtung der réfraction ordinaire. Es iſt nämlich, wie dieß von Huyghens aus Verſuchen gefunden wurde

Sin $\delta' = b$ Sin δ, wie zuvor, aber zugleich:

$$\text{tang } \delta' = \frac{b}{a} . \text{ tang } \delta.$$

Dieſe Erſcheinung erklären wir nach unſerer Theorie der doppelten Strahlenbrechung folgendermaßen:

Denken wir uns, durch die mit der Cryſtallaxe c a c parallel gezogene axe de réfraction extraordinaire, und durch die Richtung der im vorliegenden Falle beſtehenden réfraction ordinaire, eine Ebene gelegt, ſo kann die ſenkrechte Beziehung auf die axe de réfraction extraordinaire, nur innerhalb jener Ebene ſtatt finden; denn unter allen durch die axe de réfraction extraordinaire gedachten Ebenen, iſt jene Ebene die einzige, bei welcher die Umſtände auf entgegengeſetzten Seiten der axe de réfraction extraordinaire verſchieden ſind. Es kann daher die réfraction extraordinaire, welche ſich aus der réfraction ordinaire durch das Streben nach ſenkrechter Beziehung auf die axe de réfraction extraordinaire, entwickelt, nur innerhalb jener Ebene ſtatt finden (welche durch die axe de réfraction extraordinaire, und durch die Richtung der réfraction ordinaire gelegt wird). Nun iſt aber dieſe Ebene keine andere, als die hier beſtehende, zur Cryſtallaxe c a c parallel laufende Brechungsebene. Hieraus folgt daher, daß in dem hier betrachteten Falle die réfraction ordinaire und extraordinaire in einerlei Brechungsebene fallen müſſen.

Warum beſteht aber hier für die Richtung der réfraction extraordinaire ein ganz anderes Geſetz, als für die Richtung der réfraction ordinaire? Dieß iſt eine ſehr natürliche Folge unſerer Theorie.

Die lumiſizirende Reaction des isländiſchen Spaths deutet in dem vorliegenden Falle ihre Beziehung auf das Spezielle des isländiſchen Spaths, auf deſſen primitive Form, auf deſſen Cryſtallaxe, nicht bloß dadurch an, daß beide Refractionen in einerlei Ebene liegen, mögen ſie übrigens aber wie immer gegen einander geneigt ſeyn. Die réfraction extraordinaire ſpricht hier die Beziehung auf das Spezielle des isländiſchen Spaths unmittelbar aus, denn die jedesmalige Richtung der réfraction extraordinaire ſpricht eine unmittelbare Beziehung auf die Cryſtallaxe c a c aus. Hier iſt alſo für jede gegebene

Richtung der réfraction ordinaire, die Richtung der réfraction extraordinaire eine Function, in welcher (rücksichtlich der Veränderlichkeit dieser Function) die Richtung der Crystallaxe als Normalrichtung erscheint, so wie der Perpendikel für die réfraction ordinaire als Normalrichtung erscheint. Wir sehen demnach, daß die Richtung der réfraction extraordinaire auf eine ganz andere Weise bedingt sey, als die Richtung der réfraction ordinaire. Es ist daher sehr natürlich, daß die Richtung der réfraction extraordinaire einem ganz andern Gesetze unterliege, als die Richtung der réfraction ordinaire.

Aus der Formel für die Richtung der réfraction extraordinaire sieht man, daß beim isländischen Spathe eine durchgehends senkrechte Beziehung, auf die Crystallaxe, in der réfraction extraordinaire bestehe.

Warum bei der réfraction extraordinaire, am isländischen Spathe, gerade jenes oben ausgedrückte Gesetz statt finde, läßt sich eben so wenig erklären, als die Erscheinung, daß die allgemeine Gravitation, dem Quadrate der Entfernungen verkehrt proportional sey. Jenes Geheimniß werden wir nie enthüllen, eben so wenig, als wir je werden erklären können, wie in einem angenommenen Geiste eine angenommene Wahrnehmung, gerade dieses und kein anderes Ideal hervorgebracht habe. Dieß liegt in dem nicht zu ergründenden Verhältnisse der Beziehungen, welche in irgend einer Reaction zu gleicher Zeit ausgesprochen werden sollen; es liegt in der uns unbekannten Natur und Wesenheit der Actionen selbst. Die Erscheinungen beobachten und deren Gesetze abstrahiren; Analogieen in den Erscheinungen überhaupt, und in den Aeußerungen unseres Geistes auffinden; hierdurch die Natur auf eine nicht ungeräumte Weise als ein homogenes Ganzes erblicken, dieß ist Alles, was der Mensch vermag. Wir wollen mit kindlicher Unbefangenheit die Sprache der Natur vernehmen; wir wollen uns üben, sie richtig deuten zu lernen, (nicht sie zu meistern); aber wir maßen es uns nicht an, dasjenige das da spricht, ergründen zu wollen.

Aendern wir den letztlich betrachteten Fall dahin ab, daß die Brechungsebene, weder parallel noch senkrecht zur Crystallaxe liege, sondern schief zu derselben, so folgt aus unserer Theorie daß die réfraction extraordinaire in jene Ebene fallen müsse, welche durch die Richtung der réfraction ordinaire, und durch die axe de réfraction extraordinaire gezogen wird; daß also in diesem Falle die réfraction extraordinaire außerhalb der Brechungsebene fallen müsse. Dieß stimme mit dem Versuche von Huyghens, Wollaston, Malus, völlig überein.

§. 243. Es soll nun gezeigt werden, wie die Erscheinungen der Farben, des Farbenbildes am Glasprisma, und die übrigen sich hierauf beziehenden Phänomene, sich

auf eine Weise erklären lassen, die mit unsern bisherigen Ansichten übereinstimmen, wornach nämlich keine Lichtmaterie vorausgesetzt wird, sondern die Lichterscheinungen als Resultate einer uns unbekannten Action, betrachtet werden. Es kann also hier von verschiedenerlei Lichttheilchen, die verschiedentlich gefärbt, und von verschiedener Brechbarkeit sind, keine Rede seyn; eine Hypothese, die wirklich etwas unwahrscheinlich ist, da man schwer begreift, wie bei der ungeheuern Geschwindigkeit des Lichts eine so regelmäßige Abtheilung aller Theilchen vor sich gehen könne. Wenn dieses gleich nicht mathematisch unmöglich ist, so bleibt es immerhin im höchsten Grade unwahrscheinlich, gränzet selbst an das Unglaubliche.

Das Vorderleuchten eines Körpers zeigt sich an dessen dem leuchtenden Punkte zugewandten Oberfläche, und zwar in jedem Punkte dieser Oberfläche dadurch, daß erwähntermaßen jeder solche Punkt, innerhalb der halben Sphäre oberhalb der tangentirenden Ebene nach allen Seiten hin, auf einerlei Weise leuchtet, zu gleicher Zeit aber zwei Hauptoperationslinien entwirft, welche in die Hauptoperationsebene der Indifferenz fallen. Bei dieser allgemeinen Norm des Lumisizirens jedes Punktes der beleuchteten Oberfläche selbst, besteht, in einer ganz andern Rücksicht, eine sehr auffallende Verschiedenheit, in der Art und Weise des Lumisizirens.

Es giebt verschiedene Modificationen des Lumisizirens, wobei ein wechselseitiger Uebergang statt findet, der eben so ein Gesetz der Continuität verkündet, als dieß die auf einander folgenden Ordinaten irgend einer krummen Linie thun, wenn man gleich nicht berechtigt ist, die Verschiedenheit jener Lumificationsmodificationen, als eine quantitative Verschiedenheit zu erklären. Jede dieser verschiedenen Modificationen des Lumisizirens stellt sich uns als irgend eine Farbe dar.

Wenn verschiedene Punkte von einerlei oder mehrerlei Oberflächen rücksichtlich der Farbe auf verschiedene Weise lumisiziren, so sind wir im Stande, die Verschiedenheit in der Lumification wahrzunehmen, in so ferne eine Beziehung der verschiedenen Lumificationen auf den Raum möglich wird. So nehmen wir z. B. die verschiedenen Farben an dem Gefieder eines Vogels deutlich wahr. Ist es aber nicht möglich, die verschiedenen Modificationen des Lumisizirens, rücksichtlich der Farbe, auf den Raum zu beziehen, so daß wir alle lumisizirenden Actionen mit einem Male wahrnehmen, unfähig dieselben von einander zu sondern, so erscheinen uns alle diese verschiedenen Modificationen des Lumisizirens als eine einzige, wir erblicken nämlich nur eine Farbe. Wird z. B. eine Scheibe, welche mit den verschiedensten Farbenflecken bedeckt ist, sehr schnell herumbewegt, so nehmen wir immer nur eine einzige Farbe an derselben wahr. Sind diese verschiedenen Farben die-

ſelben, und in jenen Proportionen an einander gereiht, wie wir ſie am Farbenſpectrum hinter dem Glasprisma beobachten, ſo erſcheint die herumgedrehte Scheibe weiß *).

Wir können demnach behaupten, es ſey jede uns erſcheinende Modification des Lumifizirens (rückſichtlich der Farbe) das Reſultat mehrerer zu gleicher Zeit wahrgenommener Modificationen des Lumifizirens (rückſichtlich der Farbe); und es ſey, unter andern, jene Modification des Lumifizirens, welche wir im gemeinen Leben die weiße Farbe nennen, allemal das Reſultat aller jener Modificationen des Lumifizirens a a′ a″ — b b′ b″ — d d′ d″ ——, welche wir am prismatiſchen Farbenbilde wahrnahmen.

Wir können die im Sonnenlichte als weiß erſcheinende Oberfläche, als die auf eine normale Weiſe (rückſichtlich der Farbe) lumifizirende Oberfläche betrachten; denn ſie lumifizirt zu gleicher Zeit nach allen uns bekannten Modificationen a a′ a″ — b b′ b″ — d d′ d″ ——. Erſcheint daher die im Sonnenlichte weiße Oberfläche, wenn ſie von einem b′ beleuchtet wird, nicht weiß, ſondern unter der Farbe A, ſo dürfen wir ſagen: Der leuchtende Punkt b′, vermag nicht, den Typus des Lumifizirens der normal-lumifizirenden Oberfläche, nach allen Modificationen zu wecken, ſondern nur nach jenen Modificationen a a′ a″ a‴ a⁗ ——, aus deren gleichzeitigem Eindrucke die Wahrnehmung der Farbe A entſteht. Und ſo können wir denn aus der Farbe, welche die uns als weiß bekannte Oberfläche dann darſtellt, wenn ſie von irgend einem angenommenen Punkte beleuchtet wird, auf die Leuchtungsfähigkeit dieſes leuchtenden Punktes ſchließen.

So wie wir das Lumifiziren der im Sonnenlichte weiß erſcheinenden Oberfläche, als die normale lumifizirende Reaction unter den beleuchteten Körpern betrachten (verſteht ſich, bloß rückſichtlich jener ſpeziellen Aeußerung des Lumifizirens überhaupt, wornach die Oberflächen der Körper unter beſtimmten Farben erſcheinen), eben ſo betrachten wir das Lumifiziren in einer Operationslinie der Sonne (in einem Sonnenſtrahle), als die normale lumifizirende Action unter den leuchtenden Körpern.

Wird die Oberfläche a″ irgend eines angenommenen Körpers (der Sonne zugewandt) in eine Operationslinie der lumifizirenden Sonne b gebracht, nnd dann in eine Operationslinie eines andern leuchtenden Punktes b′; und es erſcheint a′ 1ſtens in beiden Fällen weiß, oder 2tens gegen b weiß und gegen b′ roth, oder 3tens gegen b und b′ roth, ſo

*) Da die bizarrſten Farbenflecke auf einmal wahrgenommen, immer nur eine Farbe daſtellen, ſo ſcheint für die Einheit des Eindrucks hier nicht eine gewiſſe Harmonie, ein leicht aufzufaſſen mögliches Verhältniß erforderlich zu ſeyn, wie bei den Tönen, bei den chemiſchen Actionen u. ſ. w. Sollte eine Farbe von der andern bloß qualitativ ſich, ein Ton vom andern bloß quantitativ, eine chemiſche Action von der andern bloß qualitativ ſich unterſcheiden?

müſſen wir dieß nach unſern Anſichten folgendermaßen auslegen: Im erſten Falle iſt die lumiſizirende Action, ſowohl von b als von b′ das Reſultat aus den zu gleicher Zeit ſtatt findenden Actionen $\alpha\alpha'\alpha''$ ——, $\beta\beta'\beta''$ ——, $\delta\delta'\delta''$ ——, wornach jene Reactionen a a′ a″ —, b b′ b″ —, d d′ d″ — bewirkt werden, welche im prismatiſchen Farbenbilde ſich einzeln darſtellen, hingegen als combinirtes Reſultat, als Geſammtreaction weiß erſcheinen. Im zweyten Falle iſt die lumiſizirende Action von b dieſelbe als zuvor; hingegen iſt die lumiſizirende Action von b′ nur das Reſultat vorzüglich nur jener lumiſizirenden Actionen $\alpha\alpha'\alpha''$ ——, welche die Reactionen a a′ a″ — bewirken, deren combinirtes Reſultat = A = roth iſt *). Im dritten Falle iſt die lumiſizirende Action, ſowohl von b als von b′ das Reſultat aller jener lumiſizirenden Actionen $\alpha\alpha'\alpha''$ ——, welche die Reactionen a a′ a″ — bewirken, deren combinirtes Reſultat = A = roth iſt. In dieſem letzten Falle iſt die beleuchtende Oberfläche a′, keine Oberfläche von normaler lumiſizirender Reaction (keine weiße Oberfläche) ſondern eine Oberfläche von jener abnormen lumiſizirenden Reaction, daß ſie in der Operationslinie von normaler lumiſizirender Action vorherrſchend die Modificationen a a′ a″ — ausübt, welche zuſammen genommen, die Modification roth geben. Ich ſage vorherrſchend nicht einzig und allein. Die Oberfläche a′ übt zu gleicher Zeit immer auch die übrigen Modificationen aus, aber ſo ſchwach, daß die Modificationen a a′ a″ — vor den übrigen b b′ b″ — d d′ d″ —— prädominiren. Daß aber die Oberfläche a′ die Fähigkeit beſitze, die letzterwähnten Modificationen, wenn gleich ſchwächer auszuüben, folgt daraus, daß, wenn die Oberfläche a′ (von rother Farbe) in die Operationslinie eines leuchtenden Punktes verſetzt wird, welcher ſeiner Natur nach vorherrſchend die Modificationen $\beta\beta'\beta''$ — der lumiſizirenden Action ausübt, und hiedurch in einer beleuchteten Oberfläche vorherrſchend auf die Modificationen b b′ b″ — der lumiſizirenden Reaction einwirkt, welche zuſammen genommen die Modification grün geben; in dieſem Falle wird die rothe Oberfläche a′ auch grün, wenn gleich nur ſehr ſchwach grün erſcheinen. Die Oberfläche a′ hat alſo eine vorherrſchende Neigung zur Ausübung jener Modificationen a a′ a″ —— der lumiſizirenden Reaction, welche zuſammengenommen unter der Modification roth erſcheinen, darum erſcheint ſie in der Operationslinie von normaler lumiſizirender Action roth. Sie hat aber immer nebſtbei die Neigung, wenn gleich im geringern Grade, die übrigen Modificationen der lumiſizirenden Reaction auszuüben, z. B. jene b b′ b″ —, welche zuſammengenommen grün geben; denn, wie wäre es ſonſt möglich, daß in jener Operationslinie welche

*) Der leuchtende Punkt b′ mag hier nebenher auch die Modificationen $\beta\beta'\beta''$ — $\delta\delta'\delta''$ —— der lumiſizirenden Action ausüben, jedoch ſo ſchwach, daß die Modificationen $\alpha\alpha'\alpha''$ ——, vor allen übrigen prädominiren.

vorherrschend jene Modificationen $\beta\beta'\beta''$ — ausübe, wodurch die Modificationen $bb'b''$ — der lumifizirenden Reaction entstehen, welche sich zusammengenommen, als grün darstellen, wie wäre es möglich, daß in dieser Operationslinie die Oberfläche a' grün erscheinen möchte. Daß aber dieses der Fall sey, hat Newton aus Versuchen erwiesen. Er sagt nämlich: jeder weiße, graue, rothe, grüne, blaue, violette Körper erscheinen in einerlei farbigem Strahle (so in der Sprache des Atomistikers) mit einer und derselben Farbe z. B. im grünen Strahle erscheinen alle diese Körper grün, und nur in der Stärke der Farbe, erscheint hier ein Unterschied.

Dieß Resultat ist sehr interessant, und stimmt mit unserer Ansicht vom Leuchten und Beleuchtetseyn schön überein. Wir sehen hier Folgendes ein: Die beleuchtete Oberfläche a', deren Tendenz sich vorzüglich auf die Modificationen $\alpha\alpha'\alpha''$ — (= roth) bezieht, folgt ihrer ursprünglichen Tendenz nicht mehr, wenn sie in jene Operationslinie gelangt, wo die Tendenz sich auf die Modificationen $\beta\beta'\beta''$ — vorherrschend bezieht; sondern in diesem Falle übt sie die Modificationen $bb'b''$ — (entsprechend jenen $\beta\beta'\beta''$ —) vorherrschend aus, sie erscheint daher nicht mehr mit ihrer ursprünglichen Tendenz, sondern mit jener, die sich auf die Operationslinie bezieht, die daher dem sie (grün) beleuchtenden Punkte entspricht. Die beleuchtete Oberfläche erscheint daher in ihrer Reaction, als der Action des leuchtenden Punktes unterworfen; und ist dieß nicht sehr natürlich, sehr consequent, wenn der leuchtende Punkt das Active, der beleuchtete Punkt das Passive ist; wenn der leuchtende Punkt als Bedingniß, das Beleuchtetseyn als Wirkung sich darstelle?

Nehmen wir an, es sey ABCD ein Stück reinen farbenlosen Glases; es werde ferners der Theil a' der Oberfläche irgend eines andern Körpers, erstens in die Operationslinie ba der Sonne b, und dann in die Operationslinie $b'a'$ des leuchtenden Punktes b' gesetzt (b' ist ein Theilchen der Glasoberfläche DC, welches mittelst der Fortleitung der Lumification von a bis b', zum leuchtenden Punkte wird); a' erscheine im ersten Falle weiß, so wird (wie uns die Erfahrung lehrt) a' auch im zweiten Falle weiß erscheinen, wenn die Operationslinie ba der Sonne b auf der tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ senkrecht steht, wodurch (nach schon erwähnten Gründen) bab' eine gerade Linie wird, die durch a laufend, auf $\alpha\beta$ senkrecht steht *). In diesem Falle wird also a' von b' eben so lumifizirt, als von b; die lumifizirende Action von b' ist hier ganz dieselbe, als die lumifizirende Action von b; die normale lumifizirende Action wird

*) Wir abstrahiren hier von den Einwirkungen der umgebenden Luft auf die sogenannte Strahlenbrechung, und nehmen an, der in b' ausfahrende Strahl laufe ungebrochen fort; wenn nämlich das Fortleiten der Lumification innerhalb der Glasmasse nach der Linie ab' geht, so ist $b'a'$ die Operationslinie des Punktes b' überhaupt über die Glasmasse hinaus. Diese Voraussetzung wird für jeden Punkt b', auch bei Annahme einer umgebenden Luft wahr seyn, wenn DC senkrecht durch ab' angenommen wird.

hier von a bis b′ unverändert fortgeleitet, wobei die Bedingniß angenommen wurde, daß das urſprüngliche Streben der Fortleitung in der Lumification (innerhalb der Glasmaſſe ABCD) durch kein anderes Streben in ſeiner freien Ausübung gehindert wurde. Hieraus dürfen wir ſchließen, daß (innerhalb der Glasmaſſe) ein Streben für die Fortleitung der Lumification mit unveränderter lumifizirender Action (nämlich mit normaler lumifizirender Action) auch nach der Richtung ak urſprünglich beſtehe, möge die Operationslinie ba gegen die tangentirende Ebene $\alpha\beta$, wie immer geneigt ſeyn. Es läßt ſich nämlich vorausſetzen, es beſtehe in jedem Falle, innerhalb der Glasmaſſe urſprünglich das Streben, das (im Punkte a durch die Sonne b geweckte) Lumifiziren nach ak ſo fortzuſetzen, daß a′ weiß erſcheine, möge es von welch immer einem Glaspunkte der Linie ak beleuchtet werden; wornach alſo jeder ſolche Punkt alle jene Modificationen aa′a″ —— bb′b″ —— dd′d″ —— der lumifizirenden Reaction hervorbringen möchte, deren Reſultat = weiß wäre.

Wir wollen daher annehmen, es beſtehe urſprünglich bei jeder Neigung der Operationslinie ba zur tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ ein Streben, nach ak zu gleicher Zeit alle jene lumifizirenden Actionen $\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ —— fortzuleiten, welche in a′ folgende Reactionen bewirken aa′a″ —— bb′b″ —— dd′d″ ———— (deren Reſultat = weiß iſt), ſo daß nach ak urſprünglich unendlich viele Beſtrebungen zugleich ſtatt finden, welche Beſtrebungen qualitativ unter einander verſchieden ſind, es aber auch quantitativ ſeyn können ($\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ ———— drücken ſowohl jene verſchiedene Beſtrebungen nach Quantität als Qualität aus; der jedesmalige Sinn zeigt ſchon immer, ob von quantitativen oder qualitativen Verhältniſſen die Rede iſt).

Ueberdieß läßt ſich auch noch Folgendes annehmen, welches auf ähnlichen Grundſätzen beruht, als unſere Theorie der ſogenannten Strahlenbrechung.

Nach den Richtungen ai, ai′ — irgend einer Kegeloberfläche iai′, deren Are ak′ zur tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ ſenkrecht ſteht, müſſen die Beſtrebungen nach Fortleitung der Lumification innerhalb der Glasmaſſe durchaus gleich ſeyn, ſowohl nach Quantität als Qualität. Wohl aber können die gleichnamigen Beſtrebungen in jeder ſolchen Kegeloberfläche ſowohl in Quantität als Qualität verſchieden ſeyn, je nachdem man dieſe oder jene Kegeloberfläche betrachtet, welche dieſem oder jenem Werthe des Winkels αai entſpricht. Aus ſchon erwähnten Gründen iſt das Reſultat aller Beſtrebungen in einerlei Kegeloberfläche allemal nur nach der Kegelaxe wirkſam; und ſo erhalten wir denn aus der Betrachtung der gleichnamigen Beſtrebungen in allen Kegeloberflächen, welche von αai = o bis αai = 90° ſtatt finden, nach ak′ eine Summe von unendlich vielerlei Beſtrebungen (nach Fortleitung der Lumification) welche ſowohl der Quantität als Qualität nach unter einander

verſchieden ſind, und die wir (in eben dem Sinne als zuvor, der Quantität und Qualität nach) durch $\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ ——— ausdrücken wollen.

Das Streben für Lumificationsfortleitung nach der Kegeloberfläche läßt ſich auf zweifache Art annehmen; jedoch in beiden Fällen immer nur ſo, daß in einerlei Kegeloberfläche ringsum der Kegelaxe, das Streben für Lumificationsfortleitung durchgehends daſſelbe ſey. Erſtens, entweder beſteht in jeder Kegeloberfläche ein Fortleitungsſtreben, das ſich bloß auf einerlei Modification δ der lumifizirenden Action bezieht; oder zweitens es beſteht (welches viel wahrſcheinlicher iſt) in jeder Kegeloberfläche und zwar, in jeder Linie derſelben, ein Fortleitungsſtreben, das ſich auf alle (zur Erſcheinung der weißen Farbe erforderlichen) Modificationen der lumifizirenden Action bezieht. Nach dieſer letzten Vorausſetzung würde daher aus dem Streben bloß in einer Kegeloberfläche, ein Streben nach der Kegelaxe ak′ folgen, welches ſich auf alle Modificationen $\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ —— der lumifizirenden Action bezöge. Dieſem gemäß wäre daher das totale Streben nach ak′ rückſichtlich einer Modification der lumifizirenden Action, z. B. rückſichtlich der Modification δ, das Reſultat aller Beſtrebungen rückſichtlich der Modification δ, bezogen auf alle Kegeloberflächen, welche dem Winkel αai, von $0 - 90^\circ = \frac{\pi}{2}$ entſprechen. Daher können wir das geſammte Streben für Lumificationsfortleitung nach ak′, rückſichtlich einer einzelnen Modification δ der lumifizirenden Action, auf ähnliche Weiſe analytiſch ausdrücken, als wir dieß weiter oben (wo die Strahlenbrechung überhaupt erklärt wurde) rückſichtlich der lumifizirenden Action überhaupt, thaten. Statt nämlich jenes Streben blos durch $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$ auszudrücken, drücken wir es durch $\underset{\delta}{f}\left(\frac{\pi}{2}\right) - \underset{\delta}{f}(0)$ aus; eben ſo drückt $\underset{\beta}{f}\left(\frac{\pi}{2}\right) - \underset{\beta}{f}(0)$ das Streben für Lumificationsfortleitung nach ak′ aus, rückſichtlich der einzelnen Modificationen β der lumifizirenden Action u. ſ. w.

Dieſen Vorausſetzungen gemäß, beſtehen innerhalb der Glasmaſſe nach ak zugleich die qualitativ und quantitativ verſchiedenen Beſtrebungen $\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ ——, ſo wie nach ak′ zugleich die qualitativ und quantitativ verſchiedenen Beſtrebungen $\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ ———. Nun iſt leicht zu begreifen, daß aus allen dieſen Beſtrebungen ihrer qualitativen Verſchiedenheit wegen, kein einziges Geſammtbeſtreben nach irgend einer Richtung ab′ entſtehen könne; ſondern, daß immer nur zwei gleichnamige Beſtrebungen, nämlich qualitativ unter einander gleiche wenn auch quantitativ verſchiedene Beſtrebungen, ein Geſammtbeſtreben nach einer Richtung geben können. Und ſo entſteht denn aus den Beſtrebungen α und α nach ak und ak′, das Fortleiten der Lumification nach einer Richtung, welche die Diagonale

Digitized by Google

jenes Parallelograms ist, dessen Seitan durch α u. α (ihrer gleichen oder verschiedenen Quantität nach ausgedrückt) gegeben sind. Eben so geben die gleichnamigen Bestrebungen α' und α' nach ak und ak' eine Fortleitung nach der entsprechenden Diagonale; eben so α'' und α'', eben so β und β, eben so β' und β', eben so β'' und β'', eben so δ und δ, eben so δ' und δ', eben so δ'' und δ'' ———. Und so sehen wir denn ein, wie es möglich sey, daß aus der Heterogenität, der zu gleicher Zeit nach ak statt findenden Bestrebungen, und aus einer gleichnamigen Heterogenität, der zu gleicher Zeit nach ak' statt findenden Bestrebungen, eine Summe unendlich vieler, unendlich wenig von einander abweichender Fortleitungen der Lumification unterhalb der Glasmasse entstehen könne, und wie zugleich die Endpunkte dieser unendlich vielen, unendlich nahe neben einander laufenden Fortleitungslinien, welche Endpunkte (wie b') in der Glasoberfläche DC liegen, wie alle diese eine Linie bildenden Endpunkte, in ihren Operationslinien (außerhalb der Glasmasse) auf einen und denselben Oberflächenpunkt a', verschiedentlich lumifizirende Reactionen hervorbringen können; so, daß der Punkt a' nach einander die Reactionen (als Farben sich äußernd) aa'a'' —— bb'b'' —— dd'd'' —— ausübt, wie er nach und nach aus einer Operationslinie in die andere gelangt. Daß hier ein allmähliges Uebergehen in den Reactionen statt finde, ein Gesetz der Continuität sich offenbare, ist eben so natürlich, als daß ein Gesetz der Continuität in den Modificationen der Fortleitung statt finden müsse, wenn man nach einander (in Gedanken) die Fortleitungen auf jene Kegeloberflächen bezieht, die man sich denken kann, wenn man nach einander dem Winkel α ai, die steigenden Werthe von o bis 90° ertheilt.

Wir wollen in der Folge durch $\alpha\alpha'\alpha''$ —— $\beta\beta'\beta''$ —— $\delta\delta'\delta''$ ——, die verschiedene Qualität der lumifizirenden Actionen nach den Richtungen ak und ak' und folglich auch nach deren combinirten Richtungen bezeichnen, wodurch die Reactionen aa'a'' —— bb'b'' —— dd'd'' —— im Punkte a' bewirkt werden *). Hingegen soll $\underset{k\,k\,k}{\alpha\alpha'\alpha''}$ —— $\underset{k\,k\,k}{\beta\beta'\beta''}$ —— $\underset{k\,k\,k}{\delta\delta'\delta''}$ —— die Größen jener Bestrebungen nach ak ausdrücken, und $\underset{k'\,k'\,k'}{\alpha\alpha'\alpha''}$ —— $\underset{k'\,k'\,k'}{\beta\beta'\beta''}$ —— $\underset{k'\,k'\,k'}{\delta\delta'\delta''}$ —— die Größen dieser Bestrebungen nach ak' **). In diesem Sinne sagen wir z. B. aus dem Streben (die Lumification fortzuleiten) unter der Modification α und α, ergibt sich eine Fortleitung der Lumification, unter

---

*) So bezögen sich z. B. aa'a'' — auf die zu gleicher Zeit in der rothen Farbe erscheinenden Farben u. s. w., ohne Rücksicht auf die Größe des Strebens der Fortleitung.

**) Es ist nämlich $\underset{k'}{\alpha} = \underset{\alpha}{f}\left(\frac{\pi}{2}\right) - \underset{\alpha}{f}(o)$, eben so $\underset{k'}{\beta} = \underset{\beta}{f}\left(\frac{\pi}{2}\right) - \underset{\beta}{f}(o)$, u. s. w.

der Modification α, nach der Diagonale jenes Parallelogramms, deſſen Seiten nach ak und ak', durch α_k und α_k, gemeſſen ſind.

Geſtattet man bloß einer Operationslinie ab'a' (unter den unendlich vielen, unendlich nahe neben einander laufenden Operationslinien) ihre weitere Fortſetzung über die Glasmaſſe hinaus (nach b'a'); indem man quer durch alle Operationslinien [unterhalb DC], außer durch jene ab'a', Körper legt, die bloß vorderleuchtend nicht hinterleuchtend ſind [indem man z. B. DC mit einer Meſſingplatte bedeckt, die in b' durchbohrt iſt]; legt man in dieſe einzige Operationslinie b'a' eine reine farbenloſe Glasmaſſe, deren dem Punkte b' zugewandte Oberfläche MN mit b'a' einen ſchiefen Winkel bildet; und iſt die lumifizirende Action von b' = δ, alſo die lumifizirende Reaction von a', wenn dieſes unmittelbar in b'a' verſetzt wird = d (z. B. violett), ſo wird Folgendes erfolgen:

Da der Glaspunkt b' ein leuchtender Punkt iſt, der keine normale lumifizirende Action (wie die Sonne) ausübt, ſondern die lumifizirende Action unter der Modification δ; ſo iſt es ſehr natürlich, daß der Glaspunkt k urſprünglich ein Streben für Fortleitung der Lumification nach Ka' unter der Modification δ annehmen werde; und daß derſelbe Punkt K innerhalb der Glasmaſſe Beſtrebungen nach Lumificationsfortleitung, nach den Kegeloberflächen annehmen werde, welche Beſtrebungen jedoch ſich auch hier vorherrſchend auf die Modification δ der lumifizirenden Action beziehen werden. Aus dieſen letztern Beſtrebungen kann nur ein Streben der Fortleitung der Lumification, nach dem Perpendikel KL entſtehen, und zwar unter der einzigen Modification δ, alſo ein Streben $f_\delta\left(\frac{\pi}{2}\right) - f_\delta(o)$. Aus den Beſtrebungen nach Ka' und nach KL, unter der gleichnamigen Modification δ, wird ſich eine Geſammtfortleitung bilden, und zwar nach der Diagonale jenes Parallelogramms, deſſen Seiten nach Ka' und KL durch $\delta_{a'}$ und δ_L = $= f_\delta\left(\frac{\pi}{2}\right) - f_\delta(o)$ gemeſſen werden, worin $\delta_{a'}$ und δ_L das quantitative Verhältniß jener Beſtrebungen nach Ka' und KL ausdrücken. Dieß Geſammtbeſtreben nach der erwähnten Diagonale, entſtanden aus den gleichnamigen Beſtrebungen δ und δ, wird ſich gleichfalls auf eine lumifizirende Action unter der Modification δ beziehen. Das heißt: der Glaspunkt an der (der Fläche MN) gegen über ſtehenden Glasoberfläche, welcher Glaspunkt in der erwähnten Diagonale (reſultirenden Operationslinie) liegt, wird zum leuchtenden Punkte (außerhalb der Glasmaſſe wirkend), und zwar eine lumifizirende Action ausübend, unter der einzigen Modification δ. Wird daher in deſſen Operationslinie (in die Diagonale, welche über die Glasmaſſe hinausfällt) der Punkt a' der weißen Oberfläche eines Körpers geſetzt, ſo wird der Punkt a' eine lumifizirende Reaction ausüben, un-

ter der Modification d, ganz ſo, als ob a′ unterhalb DC in die Operationslinie b′K des leuchtenden Glaspunktes b′ geſetzt worden wäre. So würde z. B. a′ unterhalb b′ eben ſowohl als unterhalb des untern Glaskörpers MN violett erſcheinen.

Dieſe aus unſerer Lichttheorie entwickelte Folgerung ſtimmt ganz mit der Erfahrung übereln; denn ſie bezieht ſich auf folgende merkwürdige Entdeckung Newtons, die in der Sprache des Atomiſtikers folgendermaßen lautet: Wenn ein Sonnenſtrahl durch ein Glasprisma in ſeine farbigen Strahlen getheilt worden, und wenn man hinter dieſem Prisma irgend einen jener farbigen Strahlen durch ein zweites Prisma unter welch immer einem Neigungswinkel allein für ſich auffängt, ſo wird dieſer einzelne farbige Strahl von ſeiner urſprünglichen Richtung abgelenkt; allein er wird fortan nicht mehr in andere farbige Strahlen zerſetzt; ſondern fährt unverändert wieder aus dem zweiten Prisma.

Strenge genommen beruht das hier Geſagte bloß auf rein mathematiſchen Begriffen, denn es wird im Experimentiren eben ſo unmöglich ſeyn, eine Operationslinie, die bloß einer Modification des Lumiſizirens entſpricht, zu betrachten, als es unmöglich iſt eine mathematiſche Linie ſinnlich darzuſtellen. Strenge genommen, wird die kleine Oeffnung in b′ immer unendlich viele Operationslinien unverändert laſſen, und der Glaspunkt K wird eigentlich durch unendlich viele leuchtende Punkte influenzirt werden, deren lumiſizirende Actionen den Modificationen $\delta\delta'\delta''$ ——— entſprechen werden. Es wird daher auch der Punkt K ſowohl nach Ka′ als nach KL Beſtrebungen nach Lumificationsfortleitung annehmen welche den Modificationen $\delta\delta'\delta''$ . . . . entſprechen werden. Strenge genommen wird hier aus den Beſtrebungen δ und δ eine Geſammtfortleitung entſtehen, eben ſo aus δ und δ', eben ſo aus δ'' und δ''' . . . ., und es werden alle dieſe Fortleitungen des Lumiſizirens nicht in einerlei Richtung liegen, jedoch in Richtungen die unendlich nahe an einander liegen; und ſo wird denn aus unendlich vielen unendlich nahe an einander liegenden Richtungen eine endliche Fläche ſich bilden, deren Baſis durch a′ begränzt, den Augen immer nur als ein Punkt erſcheinen wird; ſo wie an einer krummen Linie ein Flächenelement, welches dem ſehr kleinen aber endlichen Incremente $\triangle x$ der Abſciſſe x entſpricht, aus unendlich vielen neben einander gereihten Ordinaten beſteht, wenn auch $\triangle x$ ſo klein wäre, daß es dem Auge als ein Punkt erſcheinen möchte. Auch werden hier alle in dem endlichen Flächenelemente denkbare Ordinaten von einander ſo wenig abweichen, daß ſie näherungsweiſe als gleich groß betrachtet werden können. Ganz auf dieſelbe Weiſe wird auch der Punkt a′ (der kein mathematiſcher Punkt iſt) hinter dem zweiten Prisma die lumiſizirende Reaction unter den Modificationen $\delta\delta'\delta''$ ——— ausüben, welche Modificationen näherungsweiſe als gleich angenommen werden können; ſo daß man, bloß für die Sinne geſprochen, eben ſowohl ſagen kann, der Punkt a′ erſcheine

hinter dem zweiten Prisma d farbig, als er erscheine d' farbig, oder als er erscheine d'' farbig u. s. w.

Beziehen wir unsere Theorie über die Entstehung des Farbenbildes an der hinter dem Prisma befindlichen weißen Oberfläche (Oberfläche von normaler lumifizirender Reaction, wenn sie in die Operationslinie von normaler lumifizirender Action versetzt wird), auf die allerersten Grundsätze, wornach wir das Phänomen der sogenannten Strahlenbrechung betrachteten, wobei wir an der Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse ein doppeltes Streben annahmen, nämlich nach a k und a k' (letzteres als Resultat der Bestrebungen nach den Kegeloberflächen), und wobei wir in diesen zweyerlei Bestrebungen das Verhältniß erblicken, nach welchem der Glaspunkt a sich auf den leuchtenden Punkt b und zugleich sich auf die übrige Glasmasse A B C D bezieht, wobei folglich das Verhältniß zum activen Verhalten von Seiten des Glaspunktes a in Ausübung seiner Lumificationsfortleitung hervorging; fassen wir alles dieses zusammen, verlieren wir unsere Ansicht nicht aus dem Auge, und abstrahiren wir gänzlich von der gewöhnlichen atomistischen Lichttheorie; so sehen wir ein, daß der beleuchtete Glaspunkt a (durch die Sonne b) rücksichtlich seiner Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse A B C D, nicht bloß lumifizirende Actionen von verschiedener Modification zu gleicher Zeit ausübe; sondern, daß er in Ausübung dieser lumifizirenden Actionen ein eben so mannigfaltiges Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten äußere, d. h. daß er für jede Modification δ seiner lumifizirenden Action ein eigenes Verhältniß in den Bestrebungen nach a k und nach a k' beobachte. Wäre dieß nicht der Fall, würde der Punkt a dasselbe Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten, bei allen Modificationen der lumifizirenden Action aussprechen, oder, würde er bei allen Modificationen der lumifizirenden Action dasselbe Verhältniß der Bestrebungen nach a k und a k' die Lumification fortzuleiten, äußern; so müßte das Resultat aller seiner Bestrebungen in eine und dieselbe Diagonale fallen, und es gäbe dann kein Farbenbild, sondern bloß einen weiß erscheinenden Punkt hinter dem Glasprisma. So aber beweisen uns die verschiedenen Richtungen der Lumificationsfortleitung rücksichtlich der verschiedenen Modificationen in der lumifizirenden Action des Punktes a, daß er wirklich für jede Modification ein eignes Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten beobachte. Ja! was noch auffallender ist, er beobachtet in allen Fällen (bei allen Einfallswinkeln in b a q) einerlei Rangordnung unter diesen Verhältnissen, und verkündet hiedurch gleichsam die Rangordnung unter den verschiedenen Modificationen seiner lumifizirenden Action. Das ist so zu verstehen: wenn der Punkt a bei irgend einem Einfallswinkel b a q rücksichtlich der Modification α ein größeres Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten äußert, als rücksichtlich der Modification β, so thut er dieß bei jedem andern Einfallswinkel b a q auch (bei allen Ein-

Digitized by Google

fallswinkeln wird, nach der Sprache des Atomistikers der rothe Strahl weniger als der violette Strahl zum Perpendikel gebrochen); wobei man den Modificationen der lumifizirenden Action einen um so höhern Rang ertheilen muß, je kleiner das Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten ist; denn durch die Modificationen der lumifizirenden Action äußert sich dann der Glaspunkt a, als lumifizirender Punkt in einem höhern Grade activ, in einem höhern Grade beherrschend, in einem niedern Grade beherrscht; er nähert sich in dieser Hinsicht mehr der Natur eines für sich leuchtenden Punktes.

Diesen Ansichten gemäß, dürfen wir z. B. sagen: Der Glaspunkt a äußert, bei seiner Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse ABCD, bei jedem Einfallswinkel baq, unter den Verhältnissen des passiven Verhaltens zum activen Verhalten eine abnehmende Gradation, rücksichtlich der Modificationen der lumifizirenden Action, welche an der weißen Oberfläche (Oberfläche von normaler lumifizirender Reaction) die Modificationen der lumifizirenden Reaction bewirken, welche Modificationen wir roth, orangengelb, grün, blau, indigo, violett nennen (nach dieser Ordnung werden die farbigen Strahlen zum Perpendikel gebrochen, in der Sprache des Atomistikers). Wir dürfen daher sagen: Der Glaspunkt a äußert sich bei seiner Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse ABCD, am activsten bei der Modification, die sich auf violett bezieht, weniger activ bei der Modification die sich auf indigo bezieht, nach weniger activ bei der Modification, die sich auf blau bezieht, noch weniger activ bei jener Modification, die sich auf grün bezieht, noch weniger activ bei jener Modification, die sich auf orange bezieht, endlich am wenigsten activ bei jener Modification, die sich auf roth bezieht.

Und so wären denn vielleicht die verschiedenen Farben nichts anderes, als der verschiedene Ausdruck des activen Verhaltens, das ein zum leuchtenden Punkte gewordener beleuchteter Punkt in seiner lumifizirenden Action auszusprechen strebt *). Da nur im beleuchteten Punkte der zweifache Ausspruch des Passiven und Activen statt finden kann, indem sich der leuchtende Punkt immer nur activ aussprechen kann, so nehmen wir eine Verschiedenheit in den Modificationen des Lumifizirens nur an beleuchteten Punkten wahr, nie am leuchtenden Punkte.

§. 244. Wenn wir von jenen Modificationen der lumifizirenden Reaction an beleuchteten Oberflächen sprechen, welche sich als dasjenige darstellen, was wir im gemeinen Leben Farbe nennen; so ist es der den Ausdrücken einer wissenschaftlichen Naturlehre so nothwendigen Präcision, wenig angemessen, die Farben mit Namen zu benennen; denn

*) So würde der beleuchtete Glaspunkt a sein activ es Verhalten am Energischsten aussprechen, durch jene Modification der lumifizirenden Action, welche sich auf violett bezieht, weniger durch jene Modificationen, welche sich auf indigo und blau beziehen, noch weniger durch jene, welche sich auf grün und gelb beziehen, noch weniger durch jene, welche sich auf orange und roth beziehen.

hiebei können wir immer nur uns auf einzelne Nuançen beziehen, deren es doch im prismatischen Farbenbilde unendlich viele gibt. Sollen wir die jedesmalige Farbe, d. h. die jedesmalige Modification der lumifizirenden Reaction an Oberflächen, von der wir sprechen wollen, mit jener Bestimmtheit ausdrücken, welche nicht bloß die reine Mathematik, sondern selbst die angewandte Mathematik gebieterisch von uns fordern; so bleibt uns kein Mittel übrig, als die jedesmalige erwähnte Modification, die jedesmalige Farbe, durch ein Maaß auszudrücken, worauf sie sich unmittelbar bezieht, oder wovon sie eine Function ist; denn nur im Maaße der Größen liegen alle erdenkliche Nuançen, nur hier ist es uns möglich, nach irgend einem Gesetze der Continuität alle in einander übergehenden Gradationen zu verfolgen, ohne gleichsam in abgebrochenen Absätzen, gleichsam sprungweise von einem Verschiedenen zum andern zu übergehen. Alle in dem prismatischen Farbenbilde bestehenden Nuançen in abgesonderten Worten ausdrücken wollen, würde eine Anzahl von unendlich vielen Benennungen voraussetzen, und daher in Summe mehr Worte, als alle Sprachen der Welt zusammengenommen, auf alle nur denkbaren Gegenstände bezogen in sich fassen. Und dennoch vermögen wir alle diese unendlich vielen Nuançen mit geometrischer Präcision auf eine Weise auszudrücken, die jedem Kinde begreiflich wird, und dieß durch das Maaß.

Ich will hier eine Methode angeben, wie alle Farben-Nuançen im prismatischen Farbenbilde auf die erwähnte bestimmte Weise ausgedrückt werden können; und wie man hiedurch in den Stand gesetzt werde, das jeder solcher einzelnen Nuançe (jeder einzelnen Modification δ der lumifizirenden Reaction an der beleuchteten Oberfläche (entsprechende Gesetz zu bestimmen, wornach sie das Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten, bei jedem Winkel baq (baq ist der jedesmalige Winkel, den die Operationslinie ba, der Sonne b, mit jenem Perpendikel aq bildet, welcher auf die tangentirende Ebene $\alpha\beta$ durch jenen Punkt a der Oberfläche des beleuchteten Glaskörpers gefällt ist, welcher Punkt a in der Operationslinie ba der Sonne liegt) ausdrückt; ein reichhaltiger Gegenstand der interessantesten Untersuchungen über den eigentlichen Charakter des Glaspunktes a in seiner Lumificationsfortleitung unter den vielseitigsten Modificationen.

Man denke sich einen vollen Glascylinder (Fig. IX.) welcher durch eine in dessen Axe gelegte Ebene in zwei Hälften getheilt ist; nur die eine dieser beiden Hälften werde hier betrachtet, wie sie im Querschnitte $\alpha\gamma\beta$ dargestellt ist. Dieser halbe Glascylinder $\alpha\gamma\beta$ sey um seine Axe a beweglich, und könne solchermaßen in jede beliebige Lage gebracht werden, wodurch die Ebene $\alpha\beta$ gegen den Horizont jedesmal eine beliebige Neigung erhält. Ferner sey ein mit $\alpha\gamma\beta$ concentrischer Ring oln, wovon nur der vierte Theil oln erfoderlich ist, mit dem halben Glascylinder dergestalt befestigt, daß er sich nur mit dem halben Cylinder bewegen kann, folglich gegen denselben unabänderlich einerlei Lage be-

hält. Endlich sey dieser Viertelring an seiner innern Fläche weiß (von normaler lumifizirender Reaction). Diese Vorrichtung muß man in ganz gleichen Exemplaren zweimal besitzen; und die Beobachtungen müssen an beiden zugleich vor sich gehen, und zwar folgendermaßen: die eine Vorrichtung bleibt unabänderlich in jener Lage, wobei eine Operationslinie der Sonne, welche die Axe a senkrecht schneidet, unabänderlich einerlei Winkel mit $\alpha\beta$ bildet, wo wir dann diesen beständigen Winkel baq den Normalwinkel nennen wollen (es versteht sich, daß diese Vorrichtung mit einem Heliostate in Verbindung gesetzt werden muß). Das andere Exemplar wird gleichfalls so gestellt, daß die Axe a von einer Operationslinie der Sonne fortwährend senkrecht durchschnitten werde; jedoch wird übrigens dem Glascylinder sammt Ringe jede beliebige Lage durch Umdrehen um die Axe a ertheilt, so daß der Winkel baq alle beliebigen Werthe erhalten kann.

Nun ist folgendes leicht zu begreifen: an der fixen Vorrichtung wird unabänderlich einerlei Farbenbild lh am Viertelringe zu bemerken seyn; da hingegen an der beweglichen Vorrichtung das Farbenbild fortwährend Veränderungen erleiden wird, wie die Umdrehung um a vorgenommen, und hiedurch der Einfallswinkel baq verändert wird.

Soll nun für irgend eine angenommene Farben-Nuançe das Gesetz des derselben entsprechenden Verhältnisses des passiven Verhaltens zum activen Verhalten aus Versuchen gefunden werden (in der Sprache des Atomistikers das Gesetz der Brechbarkeit für jeden farbigen Strahl), und zwar, für alle erdenkliche Werthe des Einfallswinkels baq; so verfahre man folgendermaßen: man suche diese Nuançe auf dem Ringe der fixen Vorrichtung auf, und merke sie sich durch den Grad des Bogens, auf welchen sie fällt, z. B. die Nuançe grün in s, durch die Anzahl von Graden, die von o bis s ausfallen. Nun wende man sich zu der beweglichen Vorrichtung; gebe ihr nach und nach alle jene Lagen, wodurch der Winkel baq successiv regelmäßig zunimmt oder abnimmt; und bemerke genau den Grad des Viertelrings, auf welchem die Nuançe grün (die man aber die Nuançe os Grade nennt) bei dem jedesmaligen Winkel baq fällt. Dieß kann man darum, weil man am Viertelringe der fixen Vorrichtung im Punkte s fortwährend einen richtigen Vergleichspunkt hat; man darf nämlich nach jeder Veränderung von baq nur immer beurtheilen, in welchem Grade des Viertelbogens an der beweglichen Vorrichtung jene Nuançe bemerklich sey, welche sich im Viertelringe der fixen Vorrichtung unabänderlich in s befindet. Hat man nun nach einander aufgezeichnet, auf welche Grade des Viertelbogens an der beweglichen Vorrichtung eine und dieselbe Nuançe gefallen sey; und hat zugleich bemerkt, welche die entsprechenden Einfallswinkel baq waren, so läßt sich durch Interpoliren und andern bekannten Methoden das Gesetz analytisch ausdrücken, wornach die Fortleitung jeder Nuançe vom Einfallswinkel baq abhängt. Und so ist denn das Gesetz gefunden, wornach jede Nuançe, jede Modification der lumifizirenden Reaction, folglich jede Modi-

fication der lumifizirenden Action des Glaspunktes a bei jedem Winkel baq ein bestimmtes Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten ausspricht; oder es ist (nach der Sprache des Atomistikers) das Brechungsgesetz für jeden farbigen Strahl aus Luft in Glas gefunden.

Dasselbe ließe sich auch mit zwei gleichen Prismen herausbringen, allein auf eine viel schwierigere Weise; indem hier allemal auf die zweite Brechung von Glas in Luft Rücksicht genommen werden müßte, welches beim halben Cylinder nicht der Fall ist, da jeder Strahl aus dem Glase in die Luft senkrecht ausfährt.

Bis genaue Versuche auf die hier angegebene Weise uns das Gesetz lehren, wornach (bei der Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse), für jede einzelne Modification β der lumifizirenden Action (des Glaspunktes a) die Fortleitungsrichtung von der jedesmaligen Richtung der Operationslinie ba (von normaler lumifizirender Action) abhängt; wollen wir (wie dieß aus Newtons Versuchen hervorzugehen scheint) annehmen, es bestehe ein constantes Verhältniß C_β unter den Sinussen jener zwei Winkel, deren einer der jedesmalige Einfallswinkel baq, der andere aber jener λ_β ist, welchen der Perpendikel qak' mit jener entsprechenden Fortleitungsrichtung bildet, die sich auf die einzelne Modification β der lumifizirenden Action bezieht, (ein constantes Verhältniß unter den Sinussen des Einfalls- und Brechungswinkels, für einerlei farbigen Strahl, in der Sprache des Atomistikers).

$$\frac{\sin \lambda_\beta}{\sin \text{baq}} = C_\beta$$

hieraus folgt (aus schon erwähnten Gründen ganz wie bei der Strahlenbrechung ohne Farbenzerstreuung)

$$\beta_k : \left(f_\beta\left(\frac{\pi}{2}\right) - f_\beta(o) \right) =$$

$$= C_\beta : \left(\sqrt{1 - C_\beta^2 + C_\beta^2 \operatorname{Cos}^2 \text{baq}} - C_\beta \operatorname{Cos} \text{baq} \right),$$

wodurch ausgedrückt wird, das Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten an der einzelnen Modification β der lumifizirenden Action (rücksichtlich der Lumificationsfortleitung am Glaspunkte a innerhalb der Glasmasse); bei jedem Einfallswinkel baq.

Bezeichnen wir überhaupt jedes Verhältniß dieser Art, das sich auf eine einzelne Modification α bezieht, durch R_α, so ist

$$R = \frac{C}{\sqrt{1 - C^2 + C^2 \cdot \cos^2 baq} - C \cdot \cos baq}$$

Wir wollen in der Folge ein für allemal unter α die Modification verstehen, die sich auf das größte Verhältniß der Passivität zur Activität bezieht; die sich nämlich auf das äußerste Roth im Punkte 1 der fixen Vorrichtung bezieht. Es ist daher

$C = \frac{\sin . 1ao}{\sin . N}$ wenn wir in der fixen Vorrichtung den Normalwinkel $baq = N$ setzen.

Eben so ist rücksichtlich der Modification β, die sich z. B. auf den Grad s (am Viertelringe der fixen Vorrichtung) bezieht.

$$R = \frac{C}{\sqrt{1 - C^2 + C^2 \cdot \cos^2 baq} - C \cdot \cos baq}$$

worin $C = \frac{\sin sao}{\sin N}$ ist.

Suchen wir aus diesen beiden Gleichungen den Werth von Cos baq, so folgt weiters hieraus die Gleichung:

$$R = \frac{A}{2} \pm \sqrt{\frac{A^2}{4} + \frac{C^2}{1 - C^2}},$$

worin $A = \frac{\left(R^2 - C^2 - C^2 R^2\right) C^2}{C^2 R \left(1 - C^2\right)}$ ist. Durch die vorletzte Gleichung ist ausgedrückt: Das bei irgend einem Einfallswinkel baq statt findende Verhältniß R des passiven Verhaltens zum activen Verhalten an irgend einer Modification β, durch folgende Größen: durch das constante Brechungsverhältniß C an derselben Modification β, durch das constante Brechungsverhältniß C an der Normalmodification α, und durch das bei demselben Einfallswinkel baq statt findende Verhältniß R des passiven Verhaltens zum activen Verhalten an der Normalmodification α.

Da der Werth von R durch jenen von R unabänderlich auf einerlei Weise ausgedrückt wird, habe der Einfallswinkel baq welch immer einen Werth, so ergibt sich (wenn wir die Rangordnung unter den Modificationen $\alpha\alpha'\alpha'' - \beta\beta'\beta'' - \delta\delta'\delta'' -$ nach

den Verhältnissen ihres passiven Verhaltens zu ihrem activen Verhalten bestimmen) folgender merkwürdiger Satz.

Bei allen Einfallswinkeln baq besteht unter den (einerlei Einfallswinkel entsprechenden) Modificationen $\alpha\,\acute{\alpha}\,\acute{\acute{\alpha}}$ ..... $\beta\,\acute{\beta}\,\acute{\acute{\beta}}$ ..... $\delta\,\acute{\delta}\,\acute{\acute{\delta}}$ ..... der lumifizirenden Action des Glaspunktes a (als Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse betrachtet), nicht bloß einerlei Rangordnung, sondern es besteht sogar unabänderlich einerlei Gesetz für diese Rangordnung.

Wir wollen nun den analytischen Ausdruck suchen, für die Summe aller Verhältnisse des passiven Verhaltens zum activen Verhalten, die allen jenen Modificationen zusammengenommen entspricht, welche bei irgend einem Einfallswinkel baq statt finden. Jene Summe heiße das Verhältnißmoment.

Sey der Einfallswinkel Baq vom Normaleinfallswinkel baq = N verschieden, und seyen dann die Fortleitungen der Modificationen α und δ, welche dem äußersten Roth und äußersten Violett entsprechen, nach den Richtungen aL und aH bestimmt; so reduzirt sich unsere Aufgabe darauf, das Verhältnißmoment auszudrücken, das der Fläche LaH entspricht.

Sey nG = x, die diesem Bogen entsprechende Modification (nach aG wirkend) $= \gamma$, das dem Bogen x entsprechende Verhältnißmoment = r, so ist $dr = B \cdot R_{\gamma}\, dx$, worin B ein beständiger Coeffizient ist. Hieraus folgt, da $C_{\gamma} = \frac{\text{Cos } x}{\text{Sin Baq}}$ ist,

$$r = -B \cdot \int \frac{\text{Cos } x \cdot dx}{\text{Cos } (Baq + x)}.$$

Nehmen wir für den Einfallswinkel Baq einen sehr kleinen Werth an, so dürfen wir setzen

$$\text{Cos } x = \frac{\pi}{2} - x, \text{ und Cos } (x + Baq) =$$

$$= -\text{Sin}\left(x + Baq - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{2} - x - Baq$$

wornach sich dann näherungsweise ergibt:

$$r = B \cdot Baq \cdot \log \cdot \text{nat} \cdot \left(\frac{x + Baq - \frac{\pi}{2}}{D}\right) -$$

$$- B\left(x + Baq - \frac{\pi}{2}\right).$$ *)

Die durch Integration in die Rechnung gekommene Constante D, bestimmt man dadurch, daß obiger Ausdruck verschwindet für

$x = \frac{\pi}{2} - \text{Arc . Sin}\left(\frac{C}{a} . \text{Sin Baq}\right)$, wenn nämlich der Bogen x dem äußersten Roth entspricht, dessen Brechungsverhältniß $= \frac{C}{a}$. Diesem gemäß ist

$$D = e^{l.n.\left(Baq - \text{Arc . Sin}\left(\frac{C}{a}\text{Sin Baq}\right)\right)} \frac{+\text{Arc . Sin.}\left(\frac{C}{a} . \text{Sin Baq}\right)}{Baq} - 1$$

worinne e die Basis der natürlichen Logarithmen ausdrückt.

Substituiren wir in obige Gleichung

$x = \frac{\pi}{2} - \text{Arc . Sin .}\left(\frac{C}{\beta}\text{Sin Baq}\right)$, worin $\frac{C}{\beta}$ das Brechungsverhältniß des äußersten Violetts ausdrückt, so erhalten wir das Verhältnißmoment der ganzen Fläche innerhalb welcher die wahrnehmbaren Modificationen der lumifizirenden Action (rücksichtlich der Lumificationsfortleitung am Glaspunkte a) bestehen, nämlich:

$$B . Baq . \log . nat . \left(\frac{Baq - \text{Arc . Sin}\left(\frac{C}{\beta} . \text{Sin Baq}\right)}{D}\right) -$$

$$- B\left(Baq - \text{Arc . Sin}\left(\frac{C}{\beta} . \text{Sin Baq}\right)\right).$$

Dieser letztere Ausdruck ist nur näherungsweise wahr, und nur dann, wenn Baq sehr kleine Werthe hat, die jedoch noch endlich seyn müssen. Er gilt nicht mehr, wenn $Baq = o$ gesetzt wird, wo dann das Verhältnißmoment, statt in einer Fläche bloß in der Linie ak' wirksam ist, für welchen Fall unsere ursprüngliche Differenzialgleichung

$$dr = B . R . dx$$
$$\gamma$$

nicht mehr anwendbar ist.

Ich beschließe hiermit einstweilen die Darstellung meiner Theorie der Lichterscheinungen, und behalte mir vor, sie in den Nachträgen zu der vorliegenden Schrift weiter zu entwickeln, da ich mich (meinem Plane gemäß) in dieser Schrift kurz genug fassen muß, damit die Uebersicht des Zusammenhanges nicht allzusehr erschwert werde.

---

*) Die Integration geschieht, indem man $\frac{\pi}{2} - x - Baq = -u$ setzt; setzt man es $= +u$, so bringt man den imaginairen Ausdruck log : nat : $\left(\frac{\pi}{2} - x - Baq\right)$ in die Rechnung.

§. 245. Wir haben bisher von den Erscheinungen der Wärme an und für sich, und eben so von den Erscheinungen des Lichtes gesprochen. Im Folgenden soll Einiges über jene Erscheinungen gesagt werden, bei denen Wärme und Licht zugleich concurriren; welches vielleicht in allen Fällen geschieht; allein, wir sind hierin nicht allemal fähig es zu bemerken.

§. 246. Licht und Wärme zeigen in vielen Fällen eine Analogie in ihren Wirkungen. Für diese Fälle wäre es interessant die quantitativen Gesetze zwischen dem thermometrischen und photometrischen Grade zu bestimmen, d. h. durch Versuche auszumitteln, welcher Grad der Temperatur erfordert werde, um in derselben Zeit dieselbe Wirkung hervorzubringen, als ein bestimmter photometrischer Grad des Lichtes.

Gay Lussac und Thenard haben über die Analogie der Wirkungen von Licht und Wärme einige sehr schöne Versuche bekannt gemacht, die ich hier kurz anführe *):

Gold- und Silberauflösung in Berührung gebracht mit Oelen, Aether und Kohle, wird durch Licht zersetzt; so wie auch durch eine Hitze von 100°, wie Rumford gezeigt hat.

Die liquide oxydirte Salzsäure wird durch ein nicht sehr starkes Licht zersetzt; sie wird es aber auch durch eine Wärme nach der Dunkelrothglühhitze.

Die concentrirte Salzsäure wird zersetzt durch ein sehr lebhaftes Licht; sie wird es auch durch eine Wärme fast gleich der Dunkelrothgluth.

Das oxydirtsalzsaure Gas vermischt entweder mit Hydrogengas, oder hydrogenirtem Kohlenoxydgas, verpufft bei Berührung der Sonnenstrahlen; es verpufft auch bei einer Hitze von 125 — 160°; die Zersetzung erfolgt bei einem schwachen Lichte oder bei schwacher Wärme nur langsam.

Das schwarze Queckſilberoxyd verwandelt sich in rothes am Lichte; dieselbe Veränderung erfolgt durch die Wärme.

Braunes Bleioxyd, und ohne Zweifel auch die Oxyde von Silber, Gold und Platina zersetzen sich im Lichte; sie zersetzen sich auch in der Wärme.

Die Farben des Saflors, Campeschenholzes, Brasilienholzes, Curcumä, und Wau werden durch Wärme und auch durch Licht zersetzt.

Gay Lussac und Thenard schließen aus diesen Versuchen, daß, da das Licht keine chemische Wirkung äußert, welche nicht eine mehr oder minder starke Wärme auch hervorbringen könnte, es dargethan sey, daß die Wirkung des Lichtes ganz dieselbe, als die der Wärme bei chemischen Erscheinungen sey; und weil man bisweilen eine der Dunkel-

*) Schweiggers Journal 1812.

rothglühhitze nahe kommende zu diesen Wirkungen nöthig hat, so muß man daraus schließen, daß seine Wirkung diesem Grade der Hitze gleich kommen könne.

Wir haben schon an andern Orten, Licht und Wärme als Actionen dargestellt, deren erstere als Aeußerung des Streites, letztere als aus diesem Streite hervorgehendes Resultat erscheint. Jene beiden Actionen gehören gleichsam zu einander wie in der Mechanik, Druck und Bewegung; daher es sehr natürlich ist, daß jene Actionen, unter gehörigen quantitativen Verhältnissen, ähnliche Wirkungen hervorbringen.

§. 247. Die chemischen Processe sind meistens von Licht- und Wärme-Erscheinungen begleitet.

H. Davy erklärt dieß folgendermaßen *): Die Stärke der Anziehung der auf einander wirkenden Körper, bestimmt die Schnelligkeit ihrer wechselseitigen Verbindung, und im Verhältnisse dieser wächst die Intensität von Wärme und Licht. Erscheinungen von Licht und Wärme dürfen betrachtet werden, als das allgemeine Resultat der Wechselwirkung, bei starken chemischen Anziehungen, bei sehr verschiedenen elektrischen Verhältnissen, wo zu gleicher Zeit intensive heftige Bewegungen in den kleinsten Theilchen der auf einander wirkenden Körper entstehen; Wärme und Licht, erscheinen nicht bloß da, wo Sauerstoff Verbindung eingeht.

Ich habe schon an einem andern Orte meine Ansichten hierüber geäußert, indem ich die Erscheinungen von Licht und Wärme während der chemischen Wechselwirkung, als die Manifestation jenes Streites erklärte, welcher während der Umstimmung der Typen zur chemischen Action statt findet.

§. 248. Wenn ein Lichtstrahl mit der Fläche eines Körpers c irgend einen Winkel bildet, so wird ein, in die Axe jenes Lichtstrahls gelegter Körper b allemal beleuchtet, wenn er sich vor der Fläche von c befindet. Es kann aber der Körper b auch noch außerhalb dieses Raumes beleuchtet werden, und zwar: 1) Entweder außerhalb der Axe des Strahls, wenn er in die gehörige Lage vor der Fläche von c gebracht wird; 2) Oder wenn er in die gehörige Lage hinter der Fläche von c gebracht wird. Im ersten Falle, wo mittelst des Körpers c eine Beleuchtung nach vorn geschieht, nenne ich c einen vorderleuchtenden Körper; hingegen im letzten Falle, wo mittelst des Körpers c eine Beleuchtung nach hinten geschieht, nenne ich c einen hinterleuchtenden Körper **). Wird der Körper außerhalb der Axe des Strahls, vor der Fläche von c, auch noch beleuchtet ent-

*) H. Davy Elemente des chemischen Theils . . . . . .

**) Vorderleuchtender Körper ist das, was man einen, das Licht zurückwerfenden Körper nennt, welcher letztere Ausdruck hypothetisch die Materialität und Bewegung des Lichts voraussetzt. Hinterleuchtender Körper heißt so viel, als durchsichtiger Körper. Ich wählte den Ausdruck hinterleuchtender Körper, um den Gegensatz mit jenem vorderleuchtenden Körper fühlbar zu machen.

weder in andern Punkten vor der Fläche von c, oder in bestimmten Punkten hinter der Fläche von c, und geschehen diese Beleuchtungen ganz mit derselben Stärke, mit derselben Intensität, als in der Axe des Strahls vor der Fläche von c, so nenne ich im ersten Falle c einen vollkommen vorderleuchtenden Körper, und im zweiten Falle c einen vollkommen hinterleuchtenden Körper (nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche, Körper von vollkommner Zurückwerfung oder von vollkommner Durchsichtigkeit). Hieraus folgt, was die Ausdrücke unvollkommen vorderleuchtender Körper und unvollkommen hinterleuchtender Körper bedeuten.

Nach der gewöhnlichen Ansicht, wird angenommen, daß bei diesen letztern Körpern ein Theil des als Materie betrachteten Lichts, vom Körper c verschluckt werde. Was dieser Ausdruck Verschlucktwerden so eigentlich heißen soll, ist nicht recht bestimmt; wird ein Theil der Lichtmaterie mit dem Körper c verbunden, oder verliert die Lichtmaterie in ihrer fortschreitenden oder rotatorischen Bewegung etwas von ihrer Geschwindigkeit durch das Anstoßen an c? Im ersten Falle wird es unbegreiflich (mag man auch die Chimäre der Feinheit der Lichtmaterie noch so weit verfolgen), wie der Körper c nach einem lang fortgesetzten Eindrucke des Lichts, gar nicht an seinem Gewichte zunehme. Im letzten Falle begreift man nicht, wie der Körper c nicht endlich einen kleinen Grad der Bewegung erhalte.

Ich halte mich hier unmittelbar an die Erscheinung, ohne vorgefaßte hypothetische Ansichten, mit dem schlichten Sinne des Beobachters, und da bemerke ich nichts von einer Lichtmaterie, nichts von einem Hindurchgehen oder von einem Zurückgeworfenwerden des Lichts. Ich sehe hier weiter nichts, als eine bestimmte Gruppirung in jenen eingebildeten Linien innerhalb welcher eine Wechselwirkung zwischen dem leuchtenden und beleuchteten Körper statt findet.

Was hier in Beziehung auf die Beleuchtung gesagt wurde, gilt eben so rücksichtlich der Erwärmung; es gibt demnach vorderwärmende und hinterwärmende Körper, und zwar vollkommene und unvollkommene.

Nach einigen neuern Versuchen, von Herschel, Ritter, Davy sollen hier sogar rücksichtlich der Lage der eingebildeten Linien (der zurückgeworfenen und gebrochenen Strahlen) ähnliche Gesetze statt finden, als bei der Beleuchtung. Indessen mag dieß immer noch bezweifelt werden, da der Wirkungsraum der Beleuchtung der Linie, hingegen der Wirkungsraum der Erwärmung, dem cubischen Raume folgt, so wie der Wirkungsraum der Elektrizität der Fläche folgt.

Ein vollkommen vorderleuchtender, und eben so, ein vollkommen hinterleuchtender Körper (nach der gewöhnlichen Sprache, Körper, die das Licht vollkommen zurückwerfen oder vollkommen hindurchlassen), werden durch die Sonnenstrahlen nicht erwärmt. Die Er-

Digitized by Google

wärmung wächst aber, je unvollkommner die Vorderleuchtung oder Hinterleuchtung ist (nach der gewöhnlichen Sprache je unvollkommner das Licht zurückgeworfen oder hindurchgelassen wird).

Dieß erklärt man gewöhnlich folgendermaßen: Der Sonnenstrahl ist aus Lichtstoff und Wärmestoff zusammengesetzt; wird das Licht vollkommen zurückgeworfen oder hindurchgelassen, so hat der Sonnenstrahl keine innere Veränderung erlitten; wird aber ein Theil des Lichtes verschluckt, so wird ein Theil der Wärme frei, (gleichsam wie bei einer chemischen Fällung), und äußert sich aufs Thermometer.

§. 249. In der Regel werden durch Sonnenstrahlen schwarze Körper stärker erhitzt, als rothe, rothe stärker als grüne, grüne stärker als gelbe, und gelbe stärker als weiße. Metalle werden weniger stark erhitzt, als erdige oder steinige Körper, oder als animalische und vegetabilische Substanzen. Polirte Oberflächen werden weniger stark erhitzt als rauhe *).

Man erklärt dieß daraus, daß die Sonnenstrahlen aus Lichtstoff und Wärmestoff zusammen gesetzt seyen, und daß in diesen verschiedenen Fällen, mehr oder weniger Licht verschluckt, und hiedurch mehr oder weniger Wärme frei werde.

Nach meinen Ansichten (wornach ich da, wo ich nicht unmittelbar einen materiellen Stoff wahrnehme, ihn auch nicht voraussetze, sondern in den Erscheinungen bloß die Umstimmung der Typen betrachte), erkläre ich mir diese Erscheinung so: Wenn der leuchtende Punkt einen Körper erwärmt, so dauert im erwärmten Körper die erhöhte Temperatur auch noch dann fort, wenn man sich den leuchtenden Körper als verschwunden denkt; hingegen dauert die Beleuchtung des beleuchteten Körpers nur so lange, als die Wechselwirkung unter beiden Körpern besteht. Wir dürfen demnach annehmen, der leuchtende Körper strebe den Typus der Wärmeaction im beleuchteten Körper auf einen höhern Grad zu stimmen (so wie der stoßende Körper strebt, im gestoßenen Körper den Typus zur Bewegungsaction auf einen höhern Grad zu stimmen), und es äußere sich der Streit während dieser Umstimmung des Typus durch jene Erscheinung, welche wir die Beleuchtung des dunkeln Körpers nennen (so wie beim Stoße der Streit sich durch jenen Druck äußert, der zwischen beiden Körpern statt findet. Denkt man sich hier binnen der Zeit, während welcher der Stoß noch fortdauert, mit einemmale den stoßenden Körper als verschwunden, so hört zwar der Druck auf, nämlich die Aeußerung des Streites, nicht aber die veränderte Geschwindigkeit des gestoßenen Körpers, nämlich das Resultat der Umstimmung des Typus). Werden daher durch einerlei leuchtenden Punkt zweierlei Körper in einerlei Zeit auf verschiedene Grade erwärmt, z. B. auf den niedern Grad α und den höhern

*) H. Davy Elemente . . . . . enthält ein Mehreres hierüber.

Grad A, welches z. B. bei einem weißen und schwarzen Körper von einerlei Materie der Fall wäre; so folgt, daß in erstern Körper die Umstimmung des Typus zur Wärmeaction schwerer vor sich gehe, als im letztern Körper. Dieser Schluß ist mit jener Erscheinung sehr consequent, daß lichte Farben weniger erwärmt werden, als dunkle; bei erstern geht die Umstimmung des Typus zur Wärmeaction schwerer vor sich, als bei letztern, daher ist auch bei erstern der Streit heftiger als bei letztern, d. h. die Erscheinung der Beleuchtung ist bei erstern kräftiger als bei letztern.

§. 250. Werden im spectrum solare ähnliche Thermometer den einzelnen Farbenbildern ausgesetzt, so findet man, daß durch diese verschiedenen Farbenbilder verschiedene Wirkungen hervorgebracht werden. Die größte Hitze erregt das rothe Farbenbild, die kleinste, das violette. In einem Raume, der über dem rothen Farbenbilde hinausliegt, und wo kein sichtbares Licht wahrgenommen wird, ist die Temperatur am größten. Diese wichtige Entdeckung wurde von Herschel gemacht. Nach seiner Schätzung verhält sich das Vermögen der Erwärmung des rothen Farbenbildes zu dem des grünen, wie 55 zu 26, und zu dem des violetten, wie 55 zu 16. Ein Thermometer im rothen Farbenbilde zeigte in 10 Minuten eine Zunahme der Temperatur von 7° Fahrenheit; über dem rothen Farbenbilde hinaus, in gleicher Zeit, eine Zunahme der Temperatur von 9° Fahrenheit. Dieser Versuch Herschels ist aber auch nicht von allen Seiten her bestätigt.

§. 251. Wärme und Licht sind bei der Ausübung der animalischen und vegetativen Function sehr thätig, jedoch nicht auf dieselbe Weise. Die Wärme wirkt auf den Verlängerungstrieb der Pflanze, ohne den tonus zu vermehren. In heißen Gewächshäusern schießen die Pflanzen lange Schossen, aber diese sind sehr schwach, ohne Farbe und Geruch, so lange ihnen Licht mangelt. Kälte schadet der Pflanze, nicht weil ihre Flüßigkeiten frieren, sondern weil sie auf deren Lebensthätigkeit wirkt. Viele Pflanzen erfrieren, wenn das Thermometer noch einige Grade über dem Gefrierpunkt ist; vorzüglich schadet hier jede plötzliche Aenderung der Reize *).

Die Mannigfaltigkeit, Zahl, Größe und Vollkommenheit der Entwicklung in allen einzelnen Theilen, der lebenden Individuen, nehmen zu, bei zunehmendem Wärmegrade. Jedoch befördert Wärme und mäßiges Licht vorzüglich die animalische, hingegen starkes Licht vorzüglich die vegetabilische Entwicklung, und am allermeisten die Entwicklung der Dycotyledonen; indem die Monocotyledonen sich mehr der animalischen Natur nähern **).

Sollen wir, im Geiste der Naturphilosophie, die Idee aussprechen, welche durch diese letzte Erscheinung gleichsam verkörpert dargestellt wird, so dürfen wir sagen: Wärme be-

*) Link Physiologie und Anatomie der Pflanzen.
**) Treviranus Biologie . . . . .

zieht sich auf die Umstimmung des Typus selbst, hingegen Licht auf den Streit während dieser Umstimmung; oder, Wärme bezieht sich auf den Zweck; Licht auf das Mittel; oder: Wärme bezieht sich auf das Höhere, Licht auf das Untergeordnete; andrerseits aber bezieht sich Wärme auf das animalische, Licht auf das vegetabilische Leben. Es ist aber das Animalische das höhere, das Vegetabilische das untergeordnetere Leben.

§. 252. Nun soll von den wichtigsten Gesetzen an den elektrischen Erscheinungen gesprochen werden.

§. 253. Flintglas und Seide, Seide und Schwefel, Schwefel und Metalle, werden alle durch Reiben oder Berührung in einem hohen Grade elektrisch, mithin anziehend, und theilen ihre anziehenden Kräfte, kleinen Massen von Materie, welche mit ihnen in Berührung gebracht werden, mit *). Ein Kügelchen aus Hollundermark, oder Streifen eines Goldblättchens, die mit Flintglas berührt werden, welches man durch Reiben mit Seide elektrisch gemacht hat, werden zurückgestoßen werden, durch ein Kügelchen oder Goldblättchen, die mit Seidenzeug, welchem die Elektrizität durch Schwefel mitgetheilt, oder die mit Schwefel, dem die Elektrizität durch Metalle mitgetheilt worden, berührt worden.

Das Gesetz der Anziehung ungleich elektrisirter, und der Abstoßung gleich elektrisirter Körper, gilt auch für flüßige Körper.

Die Menge der mittelst einer Cylinder- oder Scheibenelektrisirmaschine erzeugten Elektrizität, ist dem mechanischen Moment proportional, wie aus den Cubbersonischen Versuchen folgt.

Nach Schübler soll die Intensität des elektrischen Lichtes im direkten Verhältnisse mit der Dichtigkeit und im umgekehrten mit der elektrischen Leitkraft des Gases, worin es erzeugt wird, stehen. Je spezifisch schwerer das Gas ist, desto heller erscheint das Licht **).

Unsere künstliche Elektrizität bildet im Staube auf Harzkuchen Sterne mit mehr oder weniger Spitzen, je nachdem ihre Intensität stärker oder schwächer ist; Zirkelfiguren und unregelmäßige Figuren nach der Beschaffenheit der Elektrizität und des angewandten Staubes (lichtenberg'sche Figuren), eben so die natürlichen bei der Bildung des Schnees. Aus der Gestalt des Schnees kann man vielleicht auf die Art der Elektrizität schließen.

§. 254. Vom Meere an, bis zu einer Höhe von 1000 Toisen sind die untern Luftschichten nicht viel mit Elektrizität geschwängert ***). Alle Elektrizität scheint in den Wolken gebunden zu seyn. In den Anden, erfolgen auf einer Höhe von 900 — 1000 Toisen

*) H. Davy Elemente .....

**) Schweiggers Journal. 3. B. 2. Hft.

***) Voyage d'Alexandre Humboldt. 807.

die meiſten und ſtärkſten elektriſchen Exploſionen. Ueber 1000 Toiſen hinaus, werden ſie ſeltner, und ſie ſind nicht ſo periodiſch. Auf dieſer Höhe bildet ſich am häufigſten Hagel, und die Luft iſt da, oft auf lange Zeit, negativ elektriſch. Bei 1750 Toiſen Höhe fällt Hagel ohne elektriſche Erſcheinungen. Die niedrigen Luftſchichten ſind da immer 4 — 5" (nach dem Sauſſurſchen Elektrometer) elektriſch.

§. 255. H. Davy ſagt: Es hängen die anziehenden und zurückſtoßenden Zuſtände, bei den elektriſchen Erſcheinungen, gänzlich von den Wirkungen jener zwei Subſtanzen ab, durch deren Wechſelwirkung Elektrizität erregt wird, keineswegs aber von einer Kraft, welche jeder dieſer Subſtanzen eigenthümlich zukäme. H. Davy nimmt ferner an, daß in allen Fällen elektriſcher Thätigkeit, die beiden elektriſchen Zuſtände, entweder in verſchiedenen Theilen des Körpers, oder in zwei Körpern ſtets zuſammen vorhanden ſind, und daß ſie immer gleich und vermögend ſind, einander zu neutraliſiren *).

Nach Oerſtedt iſt die Mittheilung der Elektrizität keineswegs der Uebergang einer feinen Materie in einen andern Körper, ſondern bloß ein Hervorrufen der entgegengeſetzten chemiſchen Kraft, welche ſich eben ſo auf den nächſt gelegenen Theil, und ſo durch den Körper fortpflanzt. Es geſchieht dieſes gleichſam vermittelſt Undulationen, indem ſich in jedem Theile der vorige Zuſtand wiederum herſtellt **).

§. 256. Wir übergehen nun, von den elektriſchen Erſcheinungen auf die ihnen nahe verwandten Galvaniſchen.

§. 257. Es gibt gewiſſe Erſcheinungen, in welchen die Veränderungen, die ſtatt finden, in kleinen unmerklichen Zeiträumen wirken, und nach der chemiſchen Anordnung der Körper erzeugt werden ***).

Bringt man ein Stück Zink und ein Stück Kupfer in Berührung mit einander, ſo werden ſie eine ſchwach elektriſche Verbindung darſtellen, von welcher das Zink poſitiv, das Kupfer negativ ſeyn wird; man überzeugt ſich hiervon durch die Anwendung eines empfänglichen condenſirenden Elektrometers. Eine ähnliche Erſcheinung nimmt man wahr, wenn man Zinkfeile durch Löcher, die in eine Kupferplatte gebohrt worden, auf ein gewöhnliches Elektrometer fallen läßt. Am deutlichſten ſieht man aber das Vermögen dieſer Verbindung in denjenigen Verſuchen, welche man galvaniſche Verſuche genannt hat, indem man die beiden Metalle, die in Berührung mit einander gebracht werden müſſen, mit einem Nerven und Muskel an dem Gliede eines kürzlich verſtorbenen Thiers, etwa eines Froſches, verbindet. In dem Augenblicke, in welchem die Berührung vollſtändig,

*) H. Davy Elemente . . . . . .

**) Oerſtedts chemiſche Naturgeſetze . . . . .

***) H. Davy Elemente des chemiſchen Theils . . .

oder die Kette geschlossen ist, ein Metall den Muskel, das andere den Nerven berührt, werden heftige Zusammenziehungen des Gliedes veranlaßt werden. Bringt man ein Stück Zink und Kupfer, die sich an einem Punkte berühren, in andern Punkten, mit einem Antheile Wasser, in Berührung, so wird das Zink auf der Oberfläche zerfressen werden, und weit rascher aus dem Wasser Sauerstoff anziehen, als wenn es nicht mit Kupfer in Berührung gewesen wäre. Setzt man eine kleine Menge Schwefelsäure dem Wasser zu, so wird man bemerken, daß Kügelchen brennbarer Luft von dem Kupfer aufsteigen, obgleich auf dasselbe nicht gewirkt, noch dasselbe aufgelöst wird.

Die Verbindung chemischer Wirkungen mit der Aeußerung elektrischer Kräfte, spricht sich am deutlichsten bei jenen Verbindungen aus, in welchen diese Kräfte durch abwechselnde Schichten von verschiedenen Metallen und Flüßigkeiten angehäuft wurden. Wenn Kupfer- und Zinkplatten, die zwei bis drei Quadratzoll Fläche haben, und Stücke Tuch von derselben Größe, welche man in eine Auflösung aus Kochsalz oder Salmiak, oder Salpeter getaucht hat, in folgender Ordnung geschichtet werden: Kupfer, Zink, angefeuchtetes Tuch, u. s. f. und so eine isolirte Säule erbaut wird, welche etwa 200 Schichtungen enthält, so wird man an derselben merkwürdige Erscheinungen wahrnehmen.

Bringt man eine Hand an die unterste Platte der Säule, die andere an die oberste, so wird man, wenn beide Hände angefeuchtet wurden, eine Erschütterung wahrnehmen.

Verbindet man durch einen metallischen Draht, an dessen Ende sich ein Stückchen wohl ausgebrannter Holzkohle befindet, die beiden äußersten Punkte der Säule, so wird ein Funke bemerkt, oder die Spitze der Kohle wird in den Zustand des Glühens versetzt werden.

Ein Draht, welcher mit dem obersten Theile der Säule in Verbindung ist, wird, wenn man ihn einem empfindlichen Elektrometer nähert, ein Auseinandergehen der Blättchen bewirken. Entfernt man den Draht, und bringt man elektrisch gemachtes Glas an das Elektrometer, so wird man finden, daß die Elektrizität positiv sey. Ein Draht, welcher mit dem untersten Theile der Säule in Verbindung steht, wird am Elektrometer Zeichen negativer Elektrizität geben, und ein Draht aus der Mitte der Säule, wird gar keinen Einfluß auf das Werkzeug haben.

Werden Platindrähte, welche von den äußersten Enden der Säule ausgehen, in einerlei Gefäß mit Wasser, oder in zwei verschiedene Behältnisse mit Wasser, die durch feuchte Substanzen in Verbindung gesetzt werden, gesenkt, so wird sich Sauerstoffgas, an dem Ende des Drahtes, welcher positive Elektrizität zeigt, und Wasserstoffgas an dem Drahte, welcher negative Elektrizität zeigt, absondern *).

*) In diesem Sinne, nennt Berzelius den Oxygen das negativ Elektrische, den Hydrogen, das positiv Elektrische.

Die Verhältniſſe, in welchen ſich beide Gasarten entwickeln, ſind, wenn die gehörigen Umſtände ſtatt finden, von der Art, daß, wenn man ſie durch den elektriſchen Funken entzündet, Waſſer erzeugt wird, oder das Volumen des entwickelten Waſſerſtoffgaſes, verhält ſich zu jenem des Sauerſtoffgas wie 2 zu 1.

Taucht man dieſelben Drähte, in eine ſtarke Auflöſung von Schwefelſäure oder Phosphorſäure, oder in metalliſchen Auflöſungen, ſo wird der Sauerſtoff ſich an der poſitiven Fläche, die brennbare, oder metalliſche Subſtanz aber, welche in der Auflöſung enthalten iſt, an der negativen Fläche, abſondern.

Bedient man ſich der Auflöſung eines Neutralſalzes, welches eine Säure, die mit einer erdigen, alkaliſchen, oder einer gewöhnlichen metalliſchen Subſtanz verbunden iſt, enthält; ſo finden außer den andern Phänomenen, die ſich ereignen, noch dieſe ſtatt; daß die ſaure Subſtanz ſich rund um die poſitiv elektriſche Fläche, das Alkali, die Erde, oder das Oxyd, ſich um die negative elektriſche Fläche anhäuft. Nimmt man zwei verſchiedene Gefäße, in welche man die Auflöſung vertheilt, und macht man eine Verbindung von feuchtem Asbeſt, ſo wird man finden, daß die Säure, welche in dem Gefäß, das den poſitiv elektriſchen Draht enthielt, geſammelt worden, in einem beſtimmten Verhältniſſe mit der, aus dem andern Gefäße, in welches der negativ elektriſirte Draht eingeſenkt worden, erhaltenen Materie ſtehet, d. h. ſie werden beide eine neutrale ſalzige Verbindung bilden.

Läßt man auf eine Auflöſung der Salzſäure in Waſſer, die Drähte wirken, ſo wird ſich Waſſerſtoffgas an der negativen Oberfläche, und Chlorine an der poſitiven Oberfläche abſcheiden.

Dieſer Apparat, der auf eine ſo deutliche Art die Beziehung, in welcher elektriſche Polaritäten zu chemiſchen Anziehungen ſtehen, zeigt: iſt die große Erfindung von Volta, welche in dem erſten Jahre dieſes Jahrhundertes bekannt wurde. Die elektriſchen Wirkungen deſſelben ſind ſeit kürzerer Zeit bekannt, allein die Erſcheinungen, daß er ſo wirkſam im Zerſetzen der Körper ſey, ſind weit ſpäter bemerkt worden.

Die Metalle, welche die ſtärkſte Anziehung zum Sauerſtoffe haben, ſind diejenigen Metalle, welche in allen jenen Fällen, in welchen das flüßige Menſtruum chemiſch wirkt, indem es Sauerſtoff liefert, den poſitiven Pol bilden. Gibt aber das flüßige Menſtruum Schwefel an die Metalle ab, ſo beſtimmt dasjenige Metall, welches unter den vorhandenen Umſtänden die ſtärkſte Anziehung gegen den Schwefel äußert, den poſitiven Pol. So iſt z. B. bei einer Folge von Kupfer und Eiſen, die in einen porzellanenen Trog geſtellt, und deren Zellen mit Waſſer oder mit ſauren Auflöſungen angefüllt werden, das Eiſen poſitiv, und das Kupfer negativ, ſind aber die Zellen mit einer Auflöſung des ſchwefelhaltigen Kali gefüllt, ſo iſt das Kupfer poſitiv und

Digitized by Google

das Eisen negativ, da im ersten Falle das Eisen zum Oxygen, im zweiten Falle das Kupfer zum Schwefel die größte Affinität haben.

§. 258. Der wichtigste Umstand bei der Elektrizität ist vielleicht ihre Verbindung mit den chemischen Kräften der Materie, und die Art, auf welche sie diese Kräfte modifizirt, erhöht, oder zerstört.

Die meisten Substanzen, welche in elektrischer Hinsicht bestimmt auf einander wirken, sind gleichfalls solche, welche chemisch auf einander wirken, wenn ihre theilchen Freiheit der Bewegung haben. Dieß ist der Fall mit den verschiedenen Metallen, mit Schwefel und den Metallen, mit Säuren und alkalischen Substanzen.

Jene Körper, welche die stärksten anziehenden Kräfte besitzen, stehen bei Anordnungen, bei welchen chemische Veränderungen vor sich gehen können, in dem Verhältnisse der positiven. So ist z. B. Zink positiv, in Hinsicht des Eisens, Eisen in Hinsicht von Kupfer, Kupfer in Hinsicht von Silber, und so fort bei allen jenen Verbindungen, wo der Sauerstoff fähig ist, sich mit den Metallen zu vereinigen. Das Kupfer ist aber positiv in Hinsicht des Eisens, in jenen zusammengesetzten Menstruis, welche Schwefel enthalten; so ist demnach in allen Fällen das elektrische Vermögen offenbar mit dem Vermögen der chemischen Verbindung verknüpft *).

Berührt man mit trockenem ätzenden Kalke Crystalle von Kleesäure, so zeigen sich elektrische Erscheinungen; die Säure ist negativ, die Kalkerde positiv elektrisch.

Es scheint, daß alle saure Crystalle, wenn sie mit einer Metallplatte berührt werden, diese positiv elektrisch machen.

Körper, welche vor ihrer chemischen Einwirkung auf einander elektrische Wirkungen zeigen, verlieren dieses Vermögen während ihrer chemischen Verbindung. Berührt man z. B. mit einer polirten Zinkplatte die Oberfläche von trockenem Quecksilber, und trennt man beide Metalle nach der Berührung schnell von einander: so findet man sie positiv elektrisch; durch Anwendung von Wärme wird die Wirkung verstärkt; Wendet man aber einen so hohen Wärmegrad an, daß eine Amalgamation zwischen dem Zink und Quecksilber erfolgt, so finden keine elektrische Erscheinungen statt.

Wenn die positive Elektrizität irgend einer leitenden Substanz, welche fähig ist, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden, verstärkt wird, so wird sie mit größerer Energie von irgend einem unvollkommen leitenden Medium den Sauerstoff anziehen. Metallische Substanzen, welche (wie das Silber) in ihrem gewöhnlichen Zustande, keine Wirkung auf das

*) Um dieses gehörig zu verstehen, müssen H. Davy's Ansichten in dessen Elementen des chemischen Theils der Naturwissenschaft . . . . . im Detail durchgegangen werden I. Bandes 1. Abtheilung S. 109.

Waſſer äußern, ziehen den Sauerſtoff aus denſelben mit Leichtigkeit an, wenn ſie mit dem poſitiven Pole in der voltaiſchen Kette verbunden ſind; und Körper, welche auf Waſſer wirken, und es langſam zerſetzen, wie Zink und Eiſen, ziehen den Sauerſtoff aus demſelben nicht an, wenn ſie in der voltaiſchen Kette negativ elektriſirt werden.

Körper, welche, wenn ſie vermöge ihrer kleinſten Theilchen wirken, chemiſche Erſcheinungen hervorbringen, äußern, wenn ſie als große Maſſen wirken, elektriſche Erſcheinungen. Es iſt daher gar nicht unwahrſcheinlich, ſagt H. Davy, daß die erſte Urſache beider Erſcheinungen dieſelbe ſeyn könne, und daß dieſelbe Anordnung der Materie, oder dieſelben anziehenden Kräfte, welche die Körper in die Verhältniſſe von poſitiv und negativ elektriſch verſetzen, d. h. welche machen, daß ſie einander elektriſch anziehen, und daß ſie anderer Materie anziehende Kräfte mittheilen, gleichfalls ihre Theilchen anziehend machen, und ſie in Stand ſetzen können, chemiſche Verbindung einzugehen, wenn ſie völlige Freiheit der Bewegung haben. Es ſpricht ſehr zum Vortheil dieſer Hypotheſe, ſagt ferners H. Davy, daß Wärme, und zuweilen Wärme und Licht, von der Aeußerung beider, ſowohl der elektriſchen als chemiſcher anziehender Kräfte reſultiren; und daß, wenn man die Elektrizität der Körper, welche bei der Berührung in dem Verhältniſſe von poſitiv elektriſchen Körpern, zu andern ſtehen, verſtärkt, man gleichfalls ihre Kräfte, chemiſche Verbindungen einzugehen, verſtärke; während, wenn man ſie in einen Zuſtand, welcher dem negativ elektriſchen correſpondirt, verſetzt, ihre Kräfte zu chemiſchen Veränderungen zerſtört werden.

Daß Säuren von Alkalien, Sauerſtoff und Chlorine von brennbaren Körpern, durch metalliſche Subſtanzen, oder durch flüſſige Menſtruen, die in einem hohen Grade poſitiv ſind, getrennt werden können, iſt dieſer Hypotheſe gleichfalls günſtig. Bis jetzt, ſagt endlich H. Davy, iſt noch kein gegründeter Einwurf gegen die Theorie gemacht worden, daß die Berührung der Metalle das elektriſche Gleichgewicht zerſtöre, und daß die chemiſchen Veränderungen daſſelbe wieder herſtellen, und daß dem zu Folge die Wirkung ſo lange ſich erhalte, als die Zerſetzung fortdauert.

§. 259. Oerſtedts Anſichten über die galvaniſche Elektrizität, beziehen ſich unter andern darauf, daß ſich bei den galvaniſchen Erſcheinungen Brennkraft und Zündkraft äußern. Ein zerſetzbarer Körper z. B. Waſſer befindet ſich hier zwiſchen zwei Metallen, welche durch Oxydirbarkeit ſehr verſchieden ſind, und daher auf die Zündkraft und Brennkraft des Waſſers ſehr verſchieden wirken, und beide nach der entgegen geſetzten Seite hinziehen. Dadurch, daß nun dieſe Metalle ſich einander berühren, vermehren ſie den

entgegengesetzten Zustand, worin sie sich befinden, und die Wirkung der ganzen Verbindung steigt *).

§. 260. Ich muß gestehen, daß ich in allen bisher aufgestellten Theorien über den Galvanismus keine Befriedigung finden kann. H. Davy's zusammengestellte Versuche und sinnreiche hieraus gefolgerte Schlüsse auf eine Analogie in den Aeußerungen des Galvanismus und Chemismus dürfen indeß als ein wichtiger Beitrag zur philosophischen Ergründung dieser geheimnißvollen Naturthätigkeit betrachtet werden.

Ich begnüge mich hier bloß zu zeigen, daß diese Analogie auch dann noch folgt, wenn die Erscheinungen des Chemismus nicht nach der gewöhnlichen Weise als Resultate von Anziehungen betrachtet werden, sondern wenn sie als die Folge von Umstimmungen der Typen hervortreten, wie ich dieß im Artikel Chemismus vorgetragen habe.....

§. 261. In dem Folgenden wird ganz kurz das Wichtigste über den Magnetismus vorgetragen.

§. 262. Unter den gleichnamigen Polen besteht Abstoßung, unter den ungleichnamigen hingegen Anziehung.

Sowohl die Declination als die Inclination (erstere auf den Meridian, letztere auf den Horizont bezogen) der Magnetnadel ändert, für einerlei Zeit, in den verschiedenen Standpunkten, und für einerlei Standpunkt, mit dem Fortschreiten der Zeit. Es ist noch schwer, bestimmte Gesetze hierüber anzugeben.

Die magnetische Kraft nimmt ab, bei zunehmender geographischer Breite. So bemerkte man z. B. 60 Schwingungen in 316, 5 Secunden, hingegen zu Rom in 281, 8 Secunden, dieselbe Anzahl von Schwingungen **).

Die magnetische Kraft nimmt in Höhen, die wir erreichen können, nicht merklich ab, wie die Versuche von Biot, Gay Lussac, Humboldt beweisen ***).

Ritter behauptet aus seinen Versuchen Folgendes †): Ein jeder Magnet kann in Bezug auf die Elektrizität als ein Paar heterogener Metalle, oder als das Element einer voltaischen Säule angesehen werden; die verschiedenen Pole stellen die heterogenen Metalle vor; folglich bringt ein jeder Magnet Elektrizität hervor. Eine Krone von Magneten bildet eine voltaische Batterie, sie zeigt auf dem Elektrometer Elektrizität; positive der Südpol eines magnetisirten Eisens, und negative der Nordpol; hingegen zeigt der Nordpol eines

*) Oerstedts chemische Naturgesetze.

**) Mémoires de la soc été d'Arcueil 1808.

***) Voyage d'Alexandre Humboldt 1807.

†) Bibliotheque Britannique 1806.

magnetisirten Stahles positive, und der Südpol negative Elektrizität. Der Südpol eines magnetisirten Eisens ist oxydabler als der Nordpol; beim magnetisirten Stahle findet das Gegentheil statt.

Sehr viel ist über die Theorie der magnetischen Erscheinungen gesagt worden; ist aber auch nur das allergeringste dadurch erklärt?

Sechste Abtheilung.

Meteorismus.

§. 263. Der Meteorismus der Natur äußert sich dadurch, daß in den Dunstkreisen der Himmelskörper mancherlei Erscheinungen hervortreten, an denen sich theils ein bestimmter Periodismus wahrnehmen läßt, theils aber auch keiner; so daß das Naturereigniß gleichsam mit einemmale ohne eine anzugeben mögliche Veranlassung erfolgt.

Mögen hier gleich der Chemismus, Magnetismus, die Elektrizität und andere Actionen der Natur in den mannigfaltigsten Combinationen hinzutreten, so fassen wir nichts desto weniger den Meteorismus als eine einzige Action der Natur auf, welches uns darum gestattet ist, da in dieser Schrift nicht die Actionen der Natur ergründet, sondern bloß die Gesetze der Erscheinung aufgeführt werden sollen, und da die Annahme von Naturactionen nur darum statt fand, um die Gesetze der Erscheinungen in eine gewisse systematische Ordnung bringen zu können.

§. 264. Ueber die Erscheinungen des Meteorismus in den Himmelskörpern außerhalb unseres Planeten wissen wir wenig, und wollen wir es frei gestehen, gar nichts. Wir können hier nur hie und da eine Vermuthung wagen. Dahin beziehen sich z. B. die Hypothesen der Sonnenatmosphäre, die aus den Sonnenflecken gezogen wird; die Hypothese von der Entstehung neuer Himmelskörper durch Condensation dunstförmiger Flüssigkeiten am neblichten Himmel; ein meteorisches Ereigniß, daß uns an die chaotische Urzeit in der Entwickelungsperiode unseres Planeten erinnern mag. Durch meteorische Ereignisse von fürchterlich majestätischer Energie mochten die ersten Keime der Himmelskörper entstehen; durch fernere meteorische Revolutionen konnten die Erd- und Gebirgsschichtungen erfolgen, konnte allmählig das Organische aus dem Chaos hervortreten, und allmählig, durch die günstigen meteorischen Einflüsse unterstützt, zu jenem Grade gelangen, wodurch es sich als Beherrscher des Anorganischen verkündet.

§. 265. Allein nicht bloß die Erscheinungen des Meteorismus am Weltgebäude, sondern selbst jene, die sich an unserm Planeten unaufhörlich um uns, ja selbst in uns er-

Digitized by Google

geben, sind uns noch in einem hohen Grade unbekannt. Nicht nur, daß wir die letzten Gründe dieser Erscheinungen nicht zu enthüllen vermögen, so sind wir nicht einmal im Stande, die Gesetze dieser Erscheinungen im allgemeinen anzugeben.

Ich begnüge mich demnach hier bloß dasjenige darüber anzuführen, das doch einige Bestimmtheit in sich zu fassen scheint.

§. 266. Gewöhnlich nimmt man an, die elektrische Flüssigkeit, welche in Gestalt des Blitzes aus gewissen Wolken hervorbricht, sey in ihnen schon früher vorhanden, und bereit auf andere Wolken oder auf die Erde, wenn diese davon verhältnißmäßig weniger besitzen, in einer ihrer Kraft entsprechenden Entfernung über zu springen *). De Luc behauptet aber, daß zwischen einer Gewitterwolke und einem isolirten Körper, auf welchem Elektrizität angehäuft ist, gar keine Aehnlichkeit statt finde; da Wolken nichts anderes als dichter Nebel, und daher vollkommene Leiter sind, und Gewitterwolken seyn können, wenn sie auch auf Bergen liegen und dieselben berühren, wie er dieses auf hohen Bergen beobachtet hat.

So viel ist gewiß, sagt er, daß in einer mit feuchter Luft und feuchter Erde in Berührung stehenden Wolke, in welcher der Blitz erscheint, den Augenblick zuvor keine elektrische Flüssigkeit angehäuft seyn konnte.

Sie muß folglich durch eine chemische Operation entstehen, deren Ursache uns noch unbekannt ist, und in der die elektrische Flüssigkeit entweder aus irgend einer Verbindung, in der sie sich befand, entbunden, oder auf irgend eine Art durch Zusammensetzung erzeuget wird.

Das Rollen des Donners, den man gewöhnlich als einen Wiederhall oder als ein Echo angibt, scheint auf schnell auf einander folgende Detonationen, also auf einen chemischen Proceß hinzudeuten.

Le Roi war der erste, und nach ihm waren es die meisten Physiker, die behaupteten, daß sich das Wasser in der Luft auflöse, welches auch sehr wahrscheinlich ist, da die Luft am Ende des Tages dieselbe Menge Wasser hergibt, die sie durch die Ausdünstung erhalten hat.

De Luc behauptet aber, daß das durch Verdünsten aufsteigende Wasser in der Luft seinen Zustand verändere, so daß es auf lange Zeit für den Hygrometer verschwunden zu seyn scheint, indem es sich in eine wirklich luftförmige Flüssigkeit verwandelt. Nur durch irgend eine Operation entgegengesetzter Art, meint er, können plötzlich Wolken, Regen u. s. w. hervorgebracht werden. Als Beweis dieser Behauptung führt er den Umstand an,

*) Gilberts Annalen 1819.

daß auf Bergen, wohin alle Verdünstung ansteigt, die größte Trockenheit herrscht, und daß da plötzlich, ohne alle wahrnehmbaren Ursachen Wolken und Regen entstehen.

Folgende Sätze de Luc's verdienen von den Physikern wahrgenommen zu werden:

1.) An der Verdünstung hat die Luft keinen Antheil (wie dieß auch Dalton behauptet) und sie geht auf dieselbe Art vor sich, sowohl beim Kochen des Wassers, als beim Verdünsten des Eises. So lange sich das Wasser so, nämlich als Dampf in der Luft befindet, zeigt es das Hygrometer mit dem Thermometer genau an.

2.) Das Maximum des Wasserdampfes in einer gegebenen Temperatur ist eine absolute und constante Größe; seine Menge ist von de Luc und Saussure bei den verschiedenen Graden des Hygrometers sehr genau bestimmt worden (hieraus ließe sich die Dichtigkeit der Wasserdämpfe bei verschiedenen Temperaturen finden, weil die Luft als abwesend gedacht werden kann).

3.) In der Ebene und auf Hügeln nimmt die Feuchtigkeit der Luft nach Sonnenuntergang zu. Auch auf hohen Bergen wird das Gras während der Abenddämmerung naß; das Hygrometer aber zeigt, wenn man es einige Fuß über den Boden stellt, eine Zunahme in der Trockenheit, und dieses Phänomen dauert die Nacht über fort. Dieß soll nach De Luc von einer Erkaltung und hieraus folgenden Condensation in den untern Luftschichten herrühren, die höhern Luftschichten sinken dem zu Folge herab, und indem sie so zu dem Hygrometer herabkommen, zeigt dieß Instrument die ihnen gewöhnliche Trockenheit, die mit der Höhe zunimmt, aus welcher sie kommen.

4.) Den Thau erklären einige als eine nach Sonnenuntergang erfolgende Condensation der Wasserdämpfe der untern Luftschichten; andere halten denselben für die Condensation der aus der wärmern Erde aufsteigenden Dämpfe.

5.) Gegen Sonnenuntergang und in der Dämmerung nimmt die Feuchtigkeit der Luft viel schneller zu, als nach der Abnahme der Temperatur zu erwarten wäre, wenn dieselbe Menge verdünsteten Wassers permanent in der Luft bliebe; nach Sonnenaufgang und während den ersten Stunden des Tages nimmt umgekehrt die Trockenheit der Luft schneller zu, als nach dem Wachsen der Temperatur seyn sollte. Warum verschwindet also der größte Theil des Wasserdampfes, den die Atmosphäre enthielt, wenn die Sonne über den Horizont herauf steigt; und warum nimmt die Menge des Wasserdampfes in der Atmosphäre verhältnißmäßig zu, wenn die Sonne untergeht?

6.) Bei dem gewöhnlichen Wetter vermehrt sich die Menge der Elektrizität in der Luft von der Zeit an, wenn die Sonne aufgeht, bis nach Mittag; die elektrische Flüssigkeit ist also diese Zeit durch im Anhäufen. Später, wenn das Hygrometer eine wirkliche Zunahme der Feuchtigkeit in der Luft anzuzeigen anfängt, sinken die Kügelchen des Elektrometers und zu der Zeit, wenn der Thau sich zeigt, ist das natürliche Gleichgewicht der

Digitized by Google

der Elektrizität wieder hergestellt, alle elektrische Flüssigkeit, welche den Tag über aufgestiegen war, kömmt also zu dem Erdboden zurück.

7.) Dieß scheint darauf hinzudeuten, daß sich in der Atmosphäre, während die Sonnenstrahlen durch sie hindurchdringen, elektrische Flüssigkeit bildet.

Höchst wahrscheinlich, sagt De Luc, ist das Licht, bei dessen Vermehrung die Luftelektrizität zunimmt, ein Bestandtheil der elektrischen Flüssigkeit; die elektrische Flüssigkeit muß also auf dem Erdkreise durch irgend eine Operation der Natur hervorgerufen oder zusammengesetzt werden, und die Sonnenstrahlen müssen in der Atmosphäre diejenigen Körper antreffen mit denen verbunden sie die neue Menge elektrischer Flüssigkeit bilden, welche wir dann entstehen sehen. Das Sonnenlicht erleidet beim Durchgehen durch die niedern Luftschichten eine Veränderung. Der Intensität seiner Wirkung nimmt nämlich da ab.

Das Folgende enthält in kurzem eine Theorie der Meteorologie von de Luc.

1.) Während die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre hindurch gehen, wird der Wasserdampf, der beständig in ihr durch Verdünstung ansteigt, durch Verbindung mit der elektrischen Flüssigkeit, welche sich zu gleicher Zeit in der Atmosphäre bildet, in atmosphärische Luft verwandelt. Daß elektrische Materie in der Luft gebildet werde, will Saussure erwiesen haben.

2.) Bei heiterer Witterung sieht man bei Sonnenuntergang den Thau erscheinen. Dann hört nämlich die Bildung der elektrischen Flüssigkeit in der Atmosphäre auf; der Wasserdampf, welcher aufzusteigen fortfährt, verändert daher seine Natur nicht, und da seine Menge zunimmt, während die Wärme nach dem Untergang der Sonne schnell abnimmt, sieht man den Wasserdampf sich auf den Wiesen als Nebel condensiren, wie das besonders im Herbste der Fall ist.

3.) Der Rücktritt der atmosphärischen Luft in den Zustand des Wasserdampfes, wodurch Wolken und darauf Regen entstehe, wird durch das Aufsteigen einer feinen elastischen Flüssigkeit bewirkt. Die Theilchen des Wasserdampfes, welche statt der Lufttheilchen in irgend einer Luftschichte zum Vorschein kommen, schlagen sich, wenn ihrer zu viel werden, als daß sie in dem Raume, den sie annehmen, bestehen können, zuerst in Bläschengestalt nieder, in welcher sie die Wolken bilden. Dauert dann die Zersetzung der Luft in derselben Schicht noch einige Zeit lang fort, so verwandeln sich diese Bläschen in Tropfen, und es entsteht Regen.

4.) Die absolute Menge der Atmosphäre verändert sich beständig. Wenn das schöne Wetter in einem sehr ausgedehnten Landstriche lange Zeit über gedauert hat, so nimmt die absolute Menge der Luft in der Atmosphäre zu, weil der ansteigende Wasserdampf sich des Tages über immer fort in Luft verwandelt. Das Barometer steigt selbst in Gegenden die in einer Entfernung liegen, und wo es regnet. Hingegen nimmt bei anhaltendem Re-

gen die Masse der Luft ab, das Barometer fällt. Die Barometerhöhenveränderungen zeigen also nicht in die Zukunft, sondern sie zeigen nur die Gegenwart an.

5.) Blitz begleitet den Regen in jenem Falle, wenn sich die entbindenden Bestandtheile der Elektrizität nicht mit der Flüssigkeit, die die atmosphärische Luft zersetzt, verbinden.

In den Wolken kann durch chemische Operationen plötzlich so viel Feuer gebunden werden, daß in ihren höhern Theilen die Temperatur unter den Frostpunkt fällt. Dort bilden sich die ersten Keime festen Wassers; und diese sind so kalt, das alle Wasserbläschen, die mit ihnen beim Herabfallen durch Wolken in Berührung kommen, mit ihnen augenblicklich zusammen frieren. Daraus erklären sich die concentrischen Schlichten des Hagels und der undurchsichtige schneeartige Kern.

§. 267. Die unterste Schichte der Wolken ist, nach den Beobachtungen Humboldts, in den Anden, und nach jenen von Biot nnd Gay Lussac über Paris, gegen 600 Toisen über den Meeresniveau erhoben *). Ueber 1800 Toisen hinaus bemerkt man keine großen und dichten Wolken mehr; kleine Wolken aber lassen sich selbst über 3900 Toisen hinaus noch wahrnehmen.

Humboldt hat in allen Höhen, so wie in allen geographischen Längen und Breiten die atmosphärische Luft aus 0,210 Sauerstoffgas, und 0,787 Stickgas zusammengesetzt gefunden; selten wurde mehr als 0,003 Kohlensaures Gas entdeckt **).

Zwischen den Wendekreisen besteht eine auffallende Regelmäßigkeit in den Oscillationen des Barometers, wie dieß schon Humboldt und Bonpland beobachteten. Neuerdings wurde dieses von Horner bestätigt ***).

Der Barometerstand soll hier bloß vom Stande der Sonne abhängen; in wiefern der Mond hierauf Einfluß nehme, ist noch nicht bestimmt; es unterliegt aber keinem Zweifel, daß auch der Mond hier einwirke, da er in der Atmosphäre eben so eine Ebbe und Fluth hervorbringen muß, wie am Ocean †).

---

*) Voyage d'Alexander Humbold. 1807.

**) Voyage de Humboldt et Bonpland.

***) Krusensterns Reisen um die Welt, auf Befehl des russischen Kaisers.

†) Ueber die Oscillationen des Barometers finden sich höchst lehrreiche Erfahrungen in folgendem sehr gehaltreichen Werke: Ramond sur la formule barométrique de Laplace. Die hier erwähnten Versuche beziehen sich vorzüglich auf verschiedene Standpunkte in den Pyrenäen.

Siebente Abtheilung.

Organismus.

§. 268. Der Organismus der Natur äußert sich dadurch, daß wir die mannigfaltigen Lebenserscheinungen wahrnehmen *).

§. 269. Worin eigentlich eine Lebenserscheinung bestehe, läßt sich nicht definiren; das Leben läßt sich nicht als Begriff innerhalb bestimmter Gränzen angeben, es muß als Idee aufgefaßt werden, wobei dem Geiste die Combination des Mannigfaltigen zur Einheit, als ein Ganzes eben so vorschweben muß, wie bei der Idee von einem Werke der Kunst. Einige Hauptzüge, wodurch dem Verstande und der Phantasie doch das Bild des Lebens einigermaßen dargestellt werden möchte, glauben wir in folgenden Momenten zu finden.

Zusammenhang der Theile unter einander. Totaltendenz als etwas für sich Bestehendes, gegen die einzelnen Theile sich gebiethend äußerndes, und hierauf diese als bloße Materialien zu einem Ganzen verwendend. Die Tendenzen am verschiedentlich Gebildeten, das an einem und demselben Ganzen erscheint, treten als sich wechselseitig unter einander bestimmend auf (durch die Theile besteht und bestimmt sich das Ganze, und umgekehrt durch das Ganze jeder einzelne Theil; in sich geschlossener Zusammenhang, sich selbst bedingende Schöpfung, wenn gleich noch immer abhängig von der Außenwelt; Mikrokosmus im Makrokosmus). Die Activität kennt hier keine Gränze; unaufhörliches Umwandeln, Bilden, Vernichten und Schaffen; fortwährende Tendenz, den Typus des Subjectiven am Objectiven zu wecken (beständige Assimilation und Ausscheidung); das Leblose zu beleben, das niedere Leben zum höheren zu erheben, und solchergestalt das Herrschen über die ganze Natur laut zu verkünden. Krummlinigte Begränzung, und daher der Ausdruck des Unendlichen schon in der Form u. s. w.

Die Lebenserscheinung ist nicht nur unbegreiflich, ihren letzten Prinzipien und Bewegungsursachen nach, unergründlich, sondern sie ist auch unbeschreiblich, aller Definition unfähig. Sie kann bloß als Idee aufgefaßt werden, ohne daß man im Stande wäre, die

*) Hier bedeutet der Ausdruck Organismus eine Action der Natur, so wie Mechanismus, Chemismus u. s. w. Wir werden aber in der Folge das Wort Organismus öfters in einem andern Sinne nehmen, nämlich nicht als Action der Natur, sondern als das bestehende System am organisirten lebenden Wesen. In einem ähnlichen Sinne werden wir den Ausdruck Weltorganismus anwenden, nämlich, als die Combination aller lebenden Wesen zu einem einzigen lebenden Wesen, wobei wir unter allen einzelnen lebenden Wesen eben so eine Wechselwirkung, ein wechselseitiges Bedingen, wechselseitige Sympathie und wechselseitigen Antagonismus annehmen, als dieses unter den einzelnen Theilen an einerlei lebendem Individuo wahrgenommen werden kann.

in dieſer Idee zur Einheit combinirte Mannigfaltigkeit klar zu überſchauen. Dieß gilt um ſo mehr, je näher wir unſere Blicke nach jenen Lebenserſcheinungen hin wenden, welche mit der Action unſeres Geiſtes verbunden ſind, und gleichſam in dieſelbe übergehen. Wir können hier höchſtens zu dem dunkeln Bewußtſeyn jener Aehnlichkeit gelangen, welche in der Action des Geiſtes, und in der Action der Außenwelt ſtatt finden mag. So mögen wir fühlen, daß es drey Stufen des Gewahrwerdens gebe, und daß zu gleicher Zeit im Raume Alles nach drei Dimenſionen hervortrete u. ſ. w.

Wenden wir aber auch unſere Blicke nicht ſo hoch, ſondern betrachten an der organiſchen Welt, mit Einſchluß unſeres eigenen Körpers bloß dasjenige, das wir als vom Geiſte abgeſondert, als Theil der Außenwelt, anſehen dürfen; beſchränken wir uns auch nur auf dieſen Theil der geſammten Natur, ſo vermögen wir auch hier nicht, die Lebenserſcheinungen (die man die niedern nennen könnte), zu begreifen, und auch hier wird durch jede Definition die Idee vom Leben auf eine nachtheilige Weiſe beſchränkt. Das Auffallendſte, das hier hervortritt, und das als erſter Impuls betrachtet werden darf, um in uns die Idee von den niedern Lebenserſcheinungen zu wecken; iſt der unverkennbare Typus nach einem unaufhörlichen Entwurfe ſucceſſiver Lebensbilder. Das jedesmalige Geſetz, das dem Entwurfe dieſer ſucceſſiven Lebensbilder zum Grunde liegt, beſtimmt die Art des lebenden Individuums, auf welches dieſer ſucceſſive Entwurf ſich bezieht *).

Unvermögend hierin irgend etwas zu begreifen, wollen wir uns begnügen, dieſe wunderbare Erſcheinung der Natur mit einigen andern analogen Erſcheinungen zuſammen zu ſtellen.

Der in Bewegung begriffene Körper übt eine Action aus, es iſt demnach der Typus zu dieſer Action in ihm geweckt. Dieſe Action geht in ihm nicht bloß unaufhörlich fort, es geht an ihm nicht bloß eine ſucceſſive Veränderung an ſeinem Standpunkte vor ſich; ſondern er vermag ſogar den Typus zu derſelben Action in einem andern Körper zu wecken

*) Ein übertriebener Hang, Alles auf mathematiſche Anſichten zurückzuführen, könnte uns verleiten, den allmähligen Uebergang aus einem Lebensbilde in das andere durch die, den zunehmenden Werthen der Abſciſſen entſprechenden Ordinaten einer krummen Linie ausdrücken, und hiebei die Abſciſſen, als das Maaß der Zeit in der Entwicklungsperiode betrachten zu wollen; und hiernach anzunehmen, es entſpreche jedes lebende Individuum rückſichtlich des Geſetzes im Entwurfe ſeiner ſucceſſiven Lebensbilder irgend einer krummen Linie. Als Symbol mag dieß immerhin gelten, und in der That läßt ſich hier einige Analogie abſehen; allein das Geſetz der organiſchen Entwicklung im ſtrengen Sinne mit der allmähligen Veränderung in den Werthen der Ordinate vergleichen wollen, hieße das Weſen des Lebens auf eine ſehr einſeitige Weiſe betrachten; am lebenden Individuo verändert ſich mit fortſchreitender Zeit nicht bloß die Quantität, nicht bloß die Qualität, ſondern zugleich auch die Identität aller das Individuum conſtituirenden Materie; und überdieß verändern ſich hier unaufhörlich noch andere Umſtände, welche zuſammen zu faſſen, es gar nicht möglich iſt.

Digitized by Google

(freilich nur in einem ſchwächeren Grade, und mit Verluſt an eigener Action); denn er theilt einem ruhenden Körper, an den er ſtößt, auch Bewegung mit.

Ein Fluidum, das zu Cryſtallen anſchießt, äußert eine gewiſſe Stimmung des Typus nach plaſtiſcher Action, oder übt den Plaſticismus nach einem beſtimmten Geſetze aus. Die angeſchoſſenen Cryſtalle ſtellen nicht bloß unaufhörlich ein beſtimmtes Plaſtiſches dar (der Plaſticismus äußert ſich hier mit jener Gleichförmigkeit, als der Mechanismus in der gleichförmigen Bewegung), ſondern vermögen auch, den Typus zu einer plaſtiſchen Action in andern Fluidis zu wecken; ſo befördern z. B. Glauberſalzcryſtalle das Anſchießen der Cryſtalle, wenn ſie mit einer Glauberſalzauflöſung in Berührung gebracht werden.

Das lebende Individuum entwirft eine Reihe ſucceſſiver Lebensbilder nach einem beſtimmten Geſetze der Continuität (betrachten wir hier bloß das Plaſtiſche, ſo zeigt ſich am Plaſticismus eine, dem Geſetze der Continuität unterworfene Ungleichförmigkeit, wie am Mechanismus in der ungleichförmig beſchleunigten Bewegung). Das lebende Individuum entwirft nicht bloß dieſe ſucceſſiven Lebensbilder an ſich ſelbſt, ſondern vermag auch jene Erſcheinung hervorzubringen, daß eine ähnliche Succeſſion von Lebensbildern an ſolchen lebenden Individuen vor ſich geht, welche von ihm als getrennt erſcheinen; es vermag ſein Geſchlecht fortzupflanzen.

Nach Umſtimmung der Typen beim Stoße, nach Umſtimmung der Typen bei der chemiſchen Wechſelwirkung (wo die Stoffe anorganiſch, folglich keiner Gährung fähig) iſt die Naturerſcheinung vollendet. Nicht ſo nach Umſtimmung der Typen zwiſchen dem Geiſte und dem gewahrgewordenen Objecte; bei der Wechſelwirkung zwiſchen Geiſt und Object äußert ſich die Tendenz nach unaufhörlicher Umwandlung, nach beſtändigem Subjectiviren des Objectiven, ſo daß, wenn am Gewahrgewordenen das Subjectiviren ſeinen höchſten Grad erreicht hat, der Geiſt dieß Object verläßt, und ſein Vermögen zu Subjectiviren an einem andern Gegenſtande übt. Der Uebergang der Erſcheinungen am Anorgiſchen und am Geiſte, findet ſich am Organiſchen. Die Wechſelwirkung zwiſchen dem organiſirten Körper und der formloſen Lebensmaterie beſteht in der wechſelſeitigen Umſtimmung der Typen zur Lebensaction *), da aber die Tendenz alles Lebens ſich auf unaufhörliches Umſtalten, auf ein continuirliches Uebertreten aus einer Form in die andere bezieht, ſo geht das wechſelſeitige Umſtimmen der Typen unaufhörlich fort, und nur in beſtimmten Augenblicken beſteht jene Harmonie zwiſchen den umſtimmten Typen, daß der organiſirte Körper und die aufgenommene formloſe Lebensmaterie (wie zwei unter einander harmonirende Töne)

*) Typus der Lebensactien am Gegenſtande A heißt hier nicht der reine abgeſonderte Typus der Lebensaction, ſondern der in A beſtehende totale Typus, welcher reſultirt aus der Combination des reinen Lebenstypus in A mit den einzelnen Typen zur chemiſchen und mechaniſchen Action, welche Typen den einzelnen Theilen, woraus A beſteht, zukommen.

als zur Einheit unter einander combinirt, erscheinen (wir sagen dann, die aufgenommene Lebensmaterie hat ihren höchsten Grad der Assimilation erreicht *)

Der an einem lebenden Individuo geweckte Typus zum Entwurfe successiver Bilder, nach einem gewissen Gesetze der Continuität, bezieht sich nicht bloß auf die allmählige Entwickelung und den allmähligen Zurücktritt am Körper des lebenden Individuums selbst, sondern auch auf jene, bestimmten Gesetzen unterworfenen Produkte, welche das jedesmalige lebende Individuum seinem Kunsttriebe gemäß, hervorbringt. So bezieht sich z. B. der geweckte Typus, zum Entwurfe successiver Lebensbilder am Vogel nicht bloß auf die allmähligen Veränderungen, welche sich an seinem Körper ergeben, sondern auch auf die allmählige Entstehung seines Nestes, dessen Gestalt, Größe, Constructionsmethode, eben so als Naturnothwendigkeit erscheinen, als die successiven Veränderungen am Körper des Vogels selbst.

Da jedes solches Produkt des Kunsttriebes den anorganischen Habitus mit sich führt, an Quantität, Qualität und Identität der Masse sich constant zu erhalten, so darf man sagen: es beziehe sich am Thiere der Typus der Lebenserscheinungen sowohl auf eine bestimmte Succession von Bildern am Thiere selbst, als auf eine bestimmte Succession von Bildern außerhalb des Thieres; in der ersten Rücksicht ist die aus dem Typus resultirende Action organisch, in letzterer Hinsicht hingegen anorganisch.

Betrachten wir nach ähnlichen Ansichten den Crystall, so zeigt sich an seinem Typus nur eine einzige Richtung, diese bezieht sich bloß auf den Crystall selbst, und die hieraus resultirende Action äußert sich anorganisch.

Erheben wir unsere Blicke auf den Menschen, so läßt sich nur eine Richtung des Typus wahrnehmen; diese bezieht sich ganz auf die successiven Veränderungen an seinem Körper, und äußert sich organisch. Was dem Menschen an bestimmten Kunsttrieben gebricht, ist ihm durch Verstand und Phantasie mehr als reichlich ersetzt. Er verwendet die ganze anorganische und organische Natur, um hieraus seine äußern Verhältnisse zu construiren, und die hiernach von ihm hervorgebrachten Werke, tragen nicht bloß, wie die Nester der Vögel, die Häuser und Dämme der Biber, die Zellen der Bienen, das Gepräge des Anorganischen, des zur letzten Vollendung Gebrachten; nein! sie führen den Stempel des menschlichen Genius mit sich, erscheinen als Organisches in unerschöpflicher Fülle und Mannigfaltigkeit, sich aus sich selbst Entwickelndes; ja noch mehr, sie erscheinen als Ideales in den Werken der Kunst und des Verstandes.

---

*) Wenn gleich eine Lebensaction von den andern sich nicht bloß durch Quantität, sondern auch durch Qualität unterscheidet, so kann dennoch Harmonie unter zweierlei Lebensactionen bestehen. Denn Harmonie findet auch unter den qualitativ Verschiedenen statt. Kann nicht Harmonie bestehen zwischen Mimik und Declamation? zwischen Tanz und Musik? . . . . . .

Ein selbstständiges organisches Individuum in der Natur entwickelt sich auf dieselbe Weise, wie sich in unserm Geiste die unendliche Mannigfaltigkeit sinnlicher Anschauungen zur Einheit combinirt, und als allgemeine Uebersicht in uns hervortritt. So wie nämlich hier der Verstand in einem vorliegenden ungeheuern Chaos, durch immer weiter verfolgte Erkenntniß der allgemeinern und besondern Gegensätze zum Verständniß der Einzelnen, und endlich von hier aus, zu einer genügenden Totalanschauung der Natur gelangt, so sehen wir auch jeden Organismus aus einem Ungestalteten und Homogenen entstehen, und durch das Hervortreten mehrerer Gegensätze, von welchen die spätern immer Wiederholungen der frühern sind (welches auch in jenen allgemeinen Gegensätzen menschlicher Erkenntniß der Fall war), sich immer vollkommner entwickeln. Stets ist derselbe, je näher seinem Anfange, um so einfacher; ja wir finden sogar, daß die vollkommenste Ausbildung eines solchen erst dann erreicht wird, wenn sich alle die Gegensätze darin entfaltet haben, die sich vermöge der eigenthümlichen Natur desselben darin entfalten konnten, und es ist im Allgemeinen, die größere oder geringere Menge dieser Gegensätze, die mehr oder weniger vollkommene Lösung und Trennung der entgegengesetzten Factoren, bei gleichwohl beibehaltener organischer Einheit, der beste Maßstab zur Bestimmung der höhern oder niedern Stufe, welche ein gewisses Individuum in der unendlichen Reihe der Wesen einnimmt *).

a) Organismus überhaupt.

§. 270. An allen organisirten Individuen besteht in einem mindern oder höhern Grade: Reizbarkeit, Receptivität und Reactionsvermögen.

Reizbarkeit ist das Vermögen, Einwirkungen der Außenwelt so zu percipiren, daß die relative Stärke derselben, ihrer absoluten Verschiedenheit ohngeachtet, unverändert bleibt **).

Receptivität ist die Empfänglichkeit des lebenden Organismus für äußere Einwirkungen.

Reactionsvermögen ist das Vermögen des Organismus, den Einwirkungen der Außenwelt eine mehr oder weniger gleichförmige Thätigkeit entgegen zu setzen.

§. 271. Bei organischen Körpern werden die Resultate, welche dem Einflusse äußerer Potenzen zuzuschreiben sind, allmählig schwächer, je länger diese Einwirkung fortgesetzt wird, oder (nach der gemeinen Sprache) wie sich das organische Wesen, an den äußern Einfluß gewöhnt; so nehmen Rinder und Schweine bei bestimmter einförmiger Fütterungs-

*) Karus Gehirn- und Nervensystem.
**) Treviranus Biologie.

weiſe anfänglich ſehr gut zu, bald tritt aber Stillſtand ein, wenn das Futter nicht geändert wird.

Phyſiologiſch erkläre ich mir dieß ſo: jede Einwirkung einer äußern Potenz auf das lebende Individuum wird durch eine Gegenwirkung des Individuums auf die äußere Potenz erwiedert, und zwar jedesmal durch eine Kraft, welche eine Combination aller mechaniſchen, chemiſchen und organiſchen Kräfte iſt, die mit dieſem Individuo ſchon jedesmal verbunden ſind. So oft der Eindruck einer äußern Potenz durch die erwähnte combinirte Kraft dergeſtalt erwiedert wird, daß die combinirte Kraft, die von außen einwirkende Kraft überwältigt, ſo äußert ſich das belebte Weſen beherrſchend, es behauptet ſeine Individualität. Ueberwältigung einer Kraft, heißt indeß nicht Vernichtung einer Kraft. Wenn demnach durch die combinirte Kraft, das belebte Weſen fremde Materie in ſich aufgenommen, und eigene Materie aus ſeinem Syſtem ausgeſchieden hat, wenn ferner bei jedem ſolchen Acte, die combinirte Kraft die individuelle Kraft der aufgenommenen Materie überwältigt hat, ſo muß nothwendig nach Verlauf der Zeit die Ueberwucht der combinirten Kraft, gegen die Kraft der äußern Elemente abnehmen; denn Gegenwirkung entſteht bloß durch Contraſt, dieſer muß aber rückſichtlich der combinirten Kraft des belebten Weſens zu den Kräften der äußern Elemente, immer ſchwächer werden, da die combinirte Kraft in dem Maße ſich der Kraft der äußern Elemente nähert, mit derſelben homogen wird, als das belebte Individuum organiſirte Materie aus ſeinem Syſtem ausſtößt, und dafür von Außen einſtrömende Materie, in ſich aufnimmt. Hieraus wird zugleich begreiflich, warum eine veränderte Einwirkung von Außen, die Aeußerungen der Lebenskraft wieder potenzirt; es wird nämlich hiedurch ein Contraſt unter der combinirten Kraft und den von Außen einwirkenden Kräften, erzeugt. Je länger die gleichförmige Einwirkung auf einen belebten Körper von Außen fortgeſetzt wird, deſto mehr vermindert ſich der Grad des polaren Gegenſatzes an der combinirten Kraft des belebten Weſens, und den Kräften der äußern Potenzen.

§. 272. Reize ſind Einwirkungen der Außenwelt auf organiſirte Weſen, modifizirt durch Reizbarkeit.

Die Einwirkungen der Außenwelt auf organiſirte Weſen ſind zufällig; aber die hiedurch veranlaßte Thätigkeit in den organiſchen Weſen unveränderlich, daher iſt die Reaction des lebenden Körpers auf die Außenwelt zufällig.

Wie kann aber dann jener Beharrungsſtand ſtatt finden, den wir in der Totalaction der Natur wahrnehmen? Um dieſes einigermaßen zu begreifen, müſſen wir Folgendes vorausſetzen: Die Störungen, die aus der Reaction eines Theils der lebenden Individuen im Univerſum entſtehen, müſſen durch die Reaction eines andern Theiles der lebenden Individuen aufgehoben werden (z. B. grüne Pflanzentheile entwickeln Sauerſtoff aus

Digitized by Google

Kohlensäure, Thiere verwandeln Sauerstoff in Kohlensäure). Diese Störungen werden aber auch dadurch wieder aufgehoben, daß, bei einem und demselben lebenden Individuo, nach jeder abnormen Reaction eine abnorme Reaction von entgegengesetztem Werthe folgt; nach Uebermaaß an Thätigkeit folgt Abgang an Thätigkeit; nach Abspannung folgt Ueberspannung.....

§. 273. Das Reich der lebenden Organismen muß als ein einziger zusammenhängender Weltorganismus betrachtet werden, und jedes lebende Individuum trägt bei, zu Erhaltung dieses Weltorganismus.

§. 274. Je weitere Gränzen die Zufälligkeit der äußern Einwirkungen auf einen lebenden Organismus hat (innerhalb derselben keine Zerstörung des Organismus folgt), desto höher ist der Lebensgrad dieses Körpers; vita maxima, vita minima *).

§. 275. Temperament ist das quantitative Verhältniß der Receptivität zum Reactionsvermögen. Auf den Temperamenten und den verschiedenen Formen des Lebens beruht die Mannigfaltigkeit der lebenden Natur.

§. 276. Der Uebergang des lebenden Organismus zur leblosen Natur, oder noch zu andern Formen des Lebens, erfolgt durch übermäßige Heftigkeit der äußern Einwirkungen, durch zu geringe Stärke derselben, durch zu lange Dauer derselben (hohes Alter).

§. 277. Wir können die Erscheinungen von Ausartung, Gesundheit, Krankheit, Tod, als unter einander verwandt unter folgende Uebersicht bringen.

Das höhere Wirken, das Beherrschen der übrigen Natur äußert sich am organisirten Körper auffallend dadurch, daß die aus den successiven Umstimmungen der jedesmaligen zwei Typen (zur Lebensaction im organisirten Körper, und in der formlosen Lebensmaterie) resultirende wirkliche Lebensaction (Entwerfung successiver Lebensbilder), von einer normalen Lebensaction nur sehr unmerklich abweicht, wenn gleich die in die Sphäre der vitalen Wechselwirkung getretene formlose Lebensmaterie von sehr verschiedener Natur ist. Die Anomalien vom normalen Typus sind um so unmerklicher, auf einer je höhern Stufe des Lebens der organisirte Körper steht (so entwickelt sich der menschliche Körper nach einer bestimmten Continuität, bey dem verschiedensten Einflusse von Nahrung und Klima). Hier zeigt sich nämlich ein Vorwalten am Typus des organisirten Körpers. Allein auch hier finden Gränzen statt; der normale Typus kann solche Anomalien erleiden, daß ein Typus zur Entwerfung successiver Lebensbilder von ganz neuer Art nach einem ganz neuen Gesetze der Continuität entsteht; dieß zeigt sich an den Ausartungen der organisirten Körper. Sind aber die Anomalien von der Art, daß unter den einzelnen Lebensactionen am organisirten Körper, jene Harmonie nicht besteht, welche zum successiven Entwurfe einer Reihe

*) Treviranus Biologie.

von Lebensbildern, nach irgend einem Geſetze der Continuität erfordert wird, ſo tritt am Typus des organiſirten Körpers der Charakter der Zufälligkeit der Paſſivität hervor, der organiſche Körper iſt krank. Erreicht dieſer Charakter von Paſſivität ſein maximum, ſo iſt der organiſche Körper todt; die Theile des Leichnams übergehen in die verſchiedenſten niedern und höhern Formen des Lebens (erſcheinen als Schimmel, Byſſus, Infuſionsthiere, als aſſimilirte Theile in Pflanzen und Thieren.....) nach Maaßgabe der auf ſie von außen einwirkenden Potenzen.

§. 278. Uebertretung der intenſiven Schranken des Lebens zieht nicht immer Zerſtörung des lebenden Organismus nach ſich, oft nur eine Tendenz zur Zerſtörung und nicht ſelten übergeht ein abnormer Zuſtand des Lebens wieder in ſeinen ehemaligen normalen (Krankheit und Geſundheit) *).

§. 279. Im Allgemeinen darf angenommen werden, daß ein lebendes Individuum eine um deſto größere Anzahl von Nachkommen zeuge, jemehr deſſen Gattung widernatürlichen Todesarten ausgeſetzt iſt.

Hier zeigt ſich, wie in vielen andern Fällen, das Geſetz, das die Natur vorzüglich die Erhaltung der Art, weit weniger jene des Individuums berückſichtigt.

§. 280. Der Uebergang der lebloſen in die lebende Natur geſchieht ſo allmählig, daß ſich hier keine beſtimmten Gränzen der Abſonderung angeben laſſen **).

Als auszeichnende Merkmale des lebenden Körpers dürfen angegeben werden: Eyweißſtoff, Gallerte, Faſerſtoff, als nähere Beſtandtheile; ferner Regularität verbunden mit Ungleichartigkeit der Theile (bei lebloſen Körpern bloß Regularität), ferners Zunehmen bis zu einer gewiſſen Periode, dann wieder Abnehmen; endlich Fortpflanzung des Geſchlechts.

Man kann die lebende Natur in folgende Reiche abtheilen: Thiere, mit vorherrſchendem Stickſtoffe, ungleichartiger Textur und Structur. Zoophyten mit vorherrſchendem Stickſtoffe gleichartiger Textur und Structur. Pflanzen mit vorherrſchendem Kohlenſtoffe gleichartiger Textur und Structur.

Das Thier kann durch das anatomiſche Meſſer zerlegt werden: im Zellgewebe, Mus-

---

*) Die Abnormität, welche ſich auf Krankheit beziehe, faſſen wir im folgenden Worten zuſammen: Morbus est status organismi abnormis, quo fit, ut actio illius vitalis vel a debito quantitatis gradu, vel a recta qualitatis ratione, vel ab harmonico inter varias organismi partes consensu, ita recedit, ut vita hominis neque perfecte humana sit, neque praefixam a natura intentionis et extensionis metam attingere valeat (Hartmann Pathologia).

**) Gibt es denn auch wirklich eine lebloſe Natur? darf der Werth, unter welchem die Lebensaction ſich am Cryſtalle äuſſert = o geſetzt werden? Iſt an demjenigen, das wir anorganiſch nennen, die Lebensaction gänzlich unthätig, oder nur in einem geringern Grade thätig? und wäre es, bei der Unentſchiedenheit dieſer Frage, nicht zweckmäßiger zu ſagen, ſtatt Anorganiſche Natur, Suborganiſche Natur, ſo wie man bei einer geringern Oxydation Suboxyd ſagt?

kelfaſern, Nervenmark. Bei Zoophyten findet ſich keine Nervenſubſtanz; ſelten Muskelfaſer. Die Pflanze beſteht bloß aus Zellgewebe und Pflanzenfaſer; ohne Nervenſubſtanz noch Muskeln.

Das Thier hat wenigſtens zwei innere Organe; Herz und Darmkanal. Bei Zoophyten findet ſich bloß Verdauungswerkzeug; und cryptogamiſche Gewächſe beſitzen bloß einen Eierſtock. Die Pflanzen beſitzen kein inneres einfaches Organ.

Am Thierkörper läßt ſich im allgemeinen eine Symmetrie in dem äußern Baue wahrnehmen. Den Zoophyten iſt die ſtrahlenförmige Geſtalt eigen. Bei den Pflanzen behauptet eine Klaſſe von Organen eine beſtimmte Stellung gegen's Licht; eine andere Klaſſe hat ein Beſtreben zu ſtrahlenförmiger Bildung; erſteres bemerken wir an den Blättern, letzteres an den Befruchtungswerkzeugen.

§. 281. Wir bemerken rückſichtlich der Vollkommenheit in der Organiſation, eine Gradation; die Gränzpunkte dieſer Stufenleiter einer allmählig höher erſcheinenden Organiſation, beſtimmen das Minimum und Maximum der Organiſation. Bei Thieren bezieht ſich dieß Alles auf die kleinere oder größere Anzahl heterogener Theile in einerlei Individuo, hingegen bei Pflanzen auf die Anzahl heterogener und homogener Theile. Das Minimum und Maximum der Organiſation finden wir bei Zoophyten und beim Menſchen; andrerſeits bei Phytozoen auch cryptogamiſchen Gewächſen und bei den höhern Klaſſen der Dycotyledonen.

Bildet die Natur ein einzelnes Organ (eines lebenden Individ :ums) ganz vorzüglich aus, ſo geſchieht dieß auf Koſten der übrigen Organe.

In jeder Gattung von lebenden Körpern, bildet die Natur ein Organ oder Organenſyſtem vorzugsweiſe aus, und dieſe Grundform wiederholt ſich in den verſchiedenſten Individuen (z. B. den Rindern nähern ſich rückſichtlich des einfachen Magens, mehrere Nagethiere, das Faulthier, der Delphin, mehrere Inſekten aus der Familie der Heuſchrecke).

Wir finden oft Organe bei Thieren und Pflanzen, welche gar nicht als Werkzeuge zu jenen Verrichtungen dienen, wozu ſie überhaupt geſchaffen zu ſeyn ſcheinen, wie wir dieß in der Abtheilung: Anatomismus und Plaſticismus geſehen haben. Es wäre ſehr kurzſichtig, hieraus auf eine Zweckloſigkeit in den Actionen der Natur ſchließen zu wollen, wie wir ſchon bemerkt haben. Manche Mooſe ſcheinen Staubfäden zu beſitzen, ohne ſich ihrer zur Fortpflanzung zu bedienen, u. ſ. w.

Die Mannigfaltigkeit unter den Thieren, wird dadurch zum Theil beſtimmt, daß einzelne Theile, oder ganze Syſteme von Theilen, welche die vollkommnen Thiere beſitzen, den unvollkommnen fehlen *). So nehmen die Organe der Fortbewegung mehr und mehr

*) Link Phyſiologie und Anatomie der Pflanzen.

in den Amphibien, den Fischen und Würmern ab, bis sie endlich ganz aufhören. So wird das System der zum Blutumlauf und zum Athemholen gehörigen Theile, immer einfacher, bis man endlich gar keine Spur mehr davon antrifft. Dafür verlängern oder vermehren sich gleichsam zum Ersatz andere einfacher gebaute Theile. Die Riesenschlange wächst zu einer ungeheuern Größe, der Tausendfuß bewegt sich auf einigen hunderten von Füßen.

Auf ähnliche Art verhält es sich mit den Pflanzen. Die Blätter werden kleiner in den Moosen und fehlen den unvollkommnen Pflanzen; die Wurzeln sind ebenfalls nur haarförmig in den Moosen, und in den unvollkommnen Pflanzen gar nicht vorhanden, die Blüthe wird immer einfacher, und in den unvollkommnen Pflanzen findet man nur Frucht und Saamen; das ganze System der Spiralgefäße hört endlich ganz auf. Sogar der Stamm verschwindet endlich völlig. Dafür werden manche einzelne Theile ungemein ausgebildet, z. B. die Blätter in den Farrenkräutern, bei einer großen Unvollkommenheit der Blüthe, die Veräftelung in mehreren Wasseralgen. Die Abnahme der Theile geschieht so deutlich und so stufenweise in den Pflanzen, daß endlich nur ein Haufen von runden durchsichtigen Körnern überbleibt. Für jeden Theil der zusammengesetzten Pflanzen läßt sich eine Reihe von Verschiedenheiten angeben, welche von der einfachern zu der zusammengesetztern Form, übergeht. Aber die Stufen finden sich auf eine mannigfaltige Weise in den verschiedenen Arten zerstreut und verknüpft. Das Gesetz der Mannigfaltigkeit ist hier: Indem ein Theil auf derselben Stufe der Ausbildung stehen bleibt, durchlaufen die andern damit verknüpften Theile die ganze Reihe von Ausbildungen. Das Gesetz der Einheit ist hier: Nicht allein sind Theile auf derselben Stufe der Ausbildung häufiger verknüpft, sondern einer wirkt auch auf den andern, und zieht ihn zu derselben Stufe der Ausbildung hinauf oder hinab *).

Was uns hier die äußere Form zeigt, führt auf eine innere Mannigfaltigkeit und Verknüpfung der Triebe, deren Folge die Form ist. Es ist wahrscheinlich, daß sich diese Gesetze auf alle Lebensäußerungen erstrecken. Wir sehen die Natur auf den verschiedenen Stufen; sie zeigt uns die Geschichte der Individuen. Man möchte sagen, es gebe eine untergegangene Schöpfung.

§. 282. Nicht nur die Erde, sondern auch die Pflanzen und Thiere, sind Wohnstädte für Pflanzen und Thiere. Außerhalb gewisser Gränzen der belebten Erde (in siedenden Quellen, ferners in solchen, wo die mittlere Temperatur unter 3° R. ist u. s. w.) bestehen nur einige Arten lebender Körper. Innerhalb dieser Gränzen aber bestehet durchaus eine ähnliche lebende Natur (nicht bloß einzelne Klassen u. s. w.). Von den

*) Link Anatomie und Physiologie der Pflanzen.

unterſten Gränzen an, bis zu jenen des höchſten Belebtſeyns an unſem Planeten, zeigt ſich eine ähnliche Gradation in der Mannigfaltigkeit an der Verbreitung, wie in der Mannigfaltigkeit an der Structur der lebenden Individuen, wobei aber Alles nur auf Heterogenität bezogen werden muß; z. B. die Menge der Geſchlechter und Arten nimmt ab, von Polarländern gegen Aequator, (vorzüglich bei Thieren und Monocotyledonen) *).

Die Zoophyten ſind weiter als die Thiere, die Thiere weiter als die Pflanzen verbreitet.

Bei der Verbreitung der lebenden Geſchöpfe muß die phyſiſche von der geographiſchen unterſchieden werden. Beide ſtehen in vielen Fällen für einerlei Individuum im umgekehrten Verhältniſſe; ſo z. B. finden ſich gewiſſe Pflanzen bloß in Sümpfen, dabei aber unter den mannigfaltigſten geographiſchen Längen und Breiten, ſie haben daher eine kleine phyſiſche, zugleich aber eine große geographiſche Verbreitung.

§. 283. Wenn wir einen Theil von einem organiſirten Körper dergeſtalt trennen, daß jener das partielle Leben, welches er, als er noch mit dem Ganzen verbunden war, äußerte, nicht mehr fortſetzen kann; ſo werden die Beſtandtheile dieſes getrennten Theiles in irgend eine Form des Lebens übergehen, je nachdem ſie äußern Einflüſſen von der einen oder der andern Art ausgeſetzt werden. Wir bemerken hier ein unausgeſetztes Streben nach Umwandlung, nach Schaffen und Vernichten; aber bei allen dem einen ſchwachen Grad von Selbſtbeſtimmung, wenig Energie in der Reaction auf die äußern Einwirkungen, einen hohen Grad von Unbeſtimmtheit und Zufälligkeit; kurz, wir vermiſſen hier, bei einer oft großen Thätigkeit im Schaffen, jenes in ſich ſelbſt bedingte Princip, wodurch die höher organiſirten Weſen, als die Beherrſcher der ganzen übrigen Natur kräftig hervortreten.

Dieſelben Phänomene können wir an den mancherlei Säften wahrnehmen, welche durch Auspreſſen, Auskochen, Auslaugen, ..., von thieriſchen und vegetabiliſchen Theilen, in einem abgeſonderten Zuſtande erhalten werden.

Sehr verſchieden von dieſen Subſtanzen zeigen ſich die feſten und flüſſigen Theile in der anorganiſchen Natur (z. B. die mancherlei mineraliſchen Säuren, Salzauflöſungen u. ſ. w.), aus denen wir nie Schimmel, Biſſus, Infuſionsthierchen, Prieſtley'ſche grüne Materie ..... entſtehen ſehen. Hier bilden ſich nur Cryſtalle, die ſehr bald den Grad ihrer Vollendung erreicht haben.

Experimentale ſowohl als philoſophiſche Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand, danken wir vorzüglich: Needham, Wrisberg, Müller, Ingenhouß, Prieſtley, Spallanzani, welche die Entſtehung der Infuſionsthierchen, der prieſtley'ſchen grünen

*) Treviranus Biologie.

Materie u. ſ. w., theils aus einem fruchtbaren Princip in den Ausgüßen, theils aus ſchon vorhandenen Eiern, welche durch die Gährung ausgebrütet würden, herleiten. Neuerdings iſt dieſer Gegenſtand von Treviranus unterſucht worden *), deſſen Theorie hierüber ſich mit unſern, auf Actionen gegründeten Anſichten der Naturerſcheinungen weit beſſer verträgt, als die oben erwähnten Erklärungsweiſen.

Was in jedem Falle ſich in einer Infuſion aus thieriſchen oder vegetabiliſchen Subſtanzen bildet, mag vorzüglich von der Qualität der Infuſion und von den äußern Einflüſſen des Lichts, der Wärme u. ſ. w. abhängen.

Treviranus ſtellt den Satz auf: Vegetabiliſche Subſtanzen mit aromatiſchem Principe, erzeugen vorzüglich Infuſionsthiere, vegetabiliſche Subſtanzen der Wein- und Eſſiggährung fähig, erzeugen vorzüglich Schimmel; überhaupt befördern erſtere Subſtanzen weſentlich die animaliſche hingegen letztere weſentlich die vegetabiliſche Organiſation. Nie aber iſt eine ſolche Bildung organiſchen Körpern, präexiſtirenden Eiern oder Saamen zuzuſchreiben. Lebensfähige Materie und Lebenskraft ſind unzertrennlich mit einander verbunden; es beſteht eine formloſe Lebensmaterie, welche bloß durch äußere Einflüſſe (formende plaſtiſche Potenzen) modifizirt, dieſe oder jene Lebensform annimmt. Dieſe unendlich vielerlei Lebensformen reduciren ſich auf die animaliſche und vegetabiliſche Form. Die animaliſche erhebt ſich durch unzählige Mittelſtuffen vom Infuſionsthiere bis zum Menſchen; eben ſo die vegetabiliſche vom Schimmel bis zur Ceder.

Ich werde mich in der Folge des Ausdrucks formloſe Lebensmaterie öfters bedienen, ohne jedoch durch dieſen Ausdruck ſtillſchweigend eine doppelte Art von Materie in der Natur zu bezeichnen. Ich bleibe meinen im Artikel Chemismus ausgeſprochenen Anſichten getreu: Es gibt nur einerlei Materie; ſie iſt das Schwere, Undurchdringliche, Raumerfüllende. Das mannigfaltige Erſcheinen derſelben (es ſey in ihrem conſtanten Verhalten wie am Cryſtalle, oder es ſey in ihrem ſich ſtets verändernden Verhalten, wie am Organiſchen) rührt bloß daher, daß der eine oder der andere der in ihr ſchlummernden Typen, auf einen mindern oder höhern Grad zur Thätigkeit geweckt worden. Formloſe Lebensmaterie iſt demnach dieſelbe Materie, als jene, an der wir bloß chemiſche Erſcheinungen wahrnehmen können; dort iſt der Typus zur Lebensaction, hier bloß der Typus zur chemiſchen Action geweckt. Ich verſtehe unter formloſer Lebensmaterie jeden

*) Treviranus Biologie.

Theil der einzigen allgemeinen Materie überhaupt, in welchem der Typus zur Lebensaction nur auf jenen niedern Grad geweckt ist, daß hiebei zwar unaufhörlich successive Lebenserscheinungen sich darstellen, jedoch mit dem vorherrschendem Charakter der Passivität und Zufälligkeit (die organische Action beherrscht hier nicht die äußern Einflüsse, sondern wird von diesen beherrscht, ohne jedoch gänzlich zu verlöschen). Wir dürfen im Allgemeinen den Typus zur Lebensaction, als die Tendenz nach Entwerfung successiver Lebensbilder erklären; wir dürfen ferners annehmen, daß der Typus zur Lebensaction in einem um so höhern Grade geweckt sey, je activer, je mehr die äußern Einflüsse beherrschend, je unabänderlicher im successiven Entwurfe der Lebensbilder (bei einer übrigens gleich großen Zufälligkeit der äußern Einflüsse), die Lebensaction sich äußert. Diesem gemäß ist der Typus zur Lebensaction auf den niedrigsten Grad geweckt (vielleicht noch gänzlich schlummernd), in den sogenannten anorganischen Körpern; auf einen etwas höhern Grad gestimmt, zeigt er sich an thierischen und vegetabilischen Ueberresten, und an Infusionen aus denselben; schon in einem höhern Grade potenzirt, erscheint der Typus zur Lebensaction an den Zoophyten und Phytozoen, welche schon die ersten schwachen Züge eines individuellen Verhaltens in sich fassen; indeß besteht hier immer noch der Character der Zufälligkeit in einem hohen Grade, wie dieß die häufigen Ausartungen der Zoophyten und Phytozoen in den verschiedenerlei physischen und geographischen Standpunkten darthun.

Weit kräftiger, auf einen weit höhern Grad geweckt, erscheint der Typus zur Lebensaction an den vollkommnern Pflanzen und Thieren, ganz vorzüglich aber am Menschen, welcher unter allen Himmelsstrichen, unter den verschiedensten Klimaten, bei der mannigfaltigsten Nahrung und Lebensart unabänderlich dasselbe Gesetz der Continuität im Entwurfe successiver Lebensbilder beobachtet, wenn gleich unter mindern oder bedeutendern Anomalien.

§. 284. Ich will hier einige Analogieen aufstellen, zwischen der Wesenheit in den Actionen an der formlosen Lebensmaterie und an den bloß mechanischen Actionen der uns leblos erscheinenden Materie.

Der Ausdruck: Formlose Lebensmaterie ist nur eine Abkürzung des Ausdrucks: Lebensmaterie die in keiner vitalen Wechselwirkung an einerlei Systeme (lebendem Individuo) steht. Blut, das in einem Gefäße aufgefangen worden, ist formlose Lebensmaterie; eben so jeder einzelne, von einem lebenden Individuo getrennte Theil; aber auch der ganze Körper zusammengenommen, an einem lebenden Individuo, von dem Augenblicke an, als das lebende Individuum zu leben aufgehört hat, d. h. wo die vitale Wechselwirkung aller zu diesem Körper gehörigen Materie aufgehört hat. An einem frischen Leichname besteht immer noch eine Wechselwirkung unter den diesen Leichnam

Digitized by Google

conſtituirenden Theilen. Allein dieſe Wechſelwirkung iſt keine vitale, welche auf den Geſammtzweck des lebenden Organismus hinausliefe. Denn, ſo beſteht z. B. immer noch eine Wechſelwirkung rückſichtlich der Form (alle Theile zuſammengenommen, haben gegen einander jene relative Lage, üben unter einander jene Action des Anatomismus und Plaſticismus aus, wornach die Geſtalt des Leichnams hervorgeht). Eben ſo beſteht eine Wechſelwirkung unter den Theilen des Leichnams, rückſichtlich des Mechanismus (ſie haben alle zuſammen genommen einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt. Wird der Leichnam um eine beliebige Axe gedreht, ſo wird durch die Bewegung eines Punktes an demſelben, die Bewegung aller übrigen Punkte beſtimmt, u. ſ. w.). Wenn nun gleich kein vitales Wechſelwirken unter dem, den Leichnam conſtituirenden Theilen beſteht; ſo iſt nichts deſto weniger ein eigenes Leben in allen dieſen Theilen unauslöſchlich vorhanden; denn ſie übergehen nach Maaßabe der äußern Umſtände, in die mannigfaltigſten Formen des Lebens, es werden nämlich an einem und demſelben Leichname die verſchiedenen Theile, auch verſchiedene zoophytiſche und phytozoiſche Bildungen darſtellen, unter denen kein Geſetz irgend eines Zuſammenhanges wahrgenommen werden kann; ja vielmehr ein hoher Grad von Zufälligkeit hervortritt.

Wir dürfen hier folgende Analogieen aufſtellen:

Die Materie bloß ihrer Schwere nach, oder überhaupt als von einer mechaniſchen Kraft ergriffen, betrachtet; beſteht entweder in abgeſonderten unzuſammenhängenden Theilen (z. B. an einer Staubwolke), oder auf irgend eine Weiſe mechaniſch unter einander verbunden (z. B. am phyſiſchen Hebel). Im erſten Falle folgt jedes ungehindert ſeiner mechaniſchen Impulſion; und die Art der Bewegung irgend eines ſolchen mechaniſch abgeſonderten Theiles, hat auf die Geſammtbewegung der übrigen Theile keinen Einfluß. Im zweiten Falle hingegen befolgt kein einzelner Theil ſeine individuelle mechaniſche Impulſion ganz, ſondern es beſteht in allen Theilen zuſammengenommen, ein wechſelſeitiges Nachgeben, in den partialen Befolgungen der einzelnen mechaniſchen Impulſionen woraus eine combinirte Bewegung im ganzen Syſteme entſteht, welche als ein einziges mechaniſches Bild aufgefaßt werden kann, und ſo genau beſtimmt werden kann, und ſo genau beſtimmt iſt, daß dieſe combinirte Bewegung von der Bewegung irgend eines einzelnen Theiles abhängt (iſt z. B. die Bewegung irgend eines Punktes am phyſiſchen Hebel gegeben, ſo iſt die Bewegung aller übrigen Punkte an dieſem Hebel genau beſtimmt. Welches nicht der Fall iſt, wenn wir an einer Staubwolke, in einem Staubtheilchen eine beſtimmte Bewegung annehmen).

Die Materie bloß ihrem Leben nach, oder als von einer Lebenskraft ergriffen, betrachtet; beſteht entweder in vital abgeſonderten, vital unzuſammenhängenden Theilen (z. B. am Blute in einem Gefäße aufgefangen; oder an einem friſchen noch unverſtellten Leichname,

Digitized by Google

wo zwar die Theile noch mechaniſch, aber nicht mehr vital unter einander verbunden ſind); oder auf irgend eine Weiſe vital unter einander verbunden (z. B. an einer aufkeimenden Pflanze).

Im erſten Falle befolgt jeder Theil ungehindert ſeine vitale Impulſion; und die Art der vitalen Actionen (nämlich der Darſtellung dieſer oder jener zoophytiſchen oder phytozoiſchen Form) irgend eines ſolchen vital abgeſonderten Theiles, hat auf die geſammte vitale Action der übrigen Theile keinen Einfluß. Im zweiten Falle hingegen befolgt kein einzelner Theil ſeine individuelle vitale Impulſion ganz, ſondern es beſteht in allen Theilen zuſammen genommen ein wechſelſeitiges Nachgeben in den partialen Befolgungen der einzelnen vitalen Impulſionen woraus eine combinirte vitale Action im ganzen Syſteme entſteht, welche als ein einziges Lebensbild aufgefaßt werden kann, und ſo genau beſtimmt iſt, daß dieſe combinirte Lebensaction von der Lebensaction irgend eines einzelnen Theiles abhängt (ſo wirkt die vitale Action des Gehirns unmittelbar auf jene des Athmens, und hiedurch mittelbar auf den Blutumlauf. So wirkt die vitale Action irgend eines Nervenpaars auf die vitale Action jener Organe, welchen es entſpricht u. ſ. w.); nur iſt hier jene exacte Berechnung nicht möglich, wie bei einem mechaniſchen Syſteme, bei welchem bloß die Quantität einſeitig betrachtet wird.

Ja noch mehr!

Es gibt bei einem mechaniſchen Syſteme einen Zuſtand, bei welchem die einzelnen Theile nicht ihren individuellen mechaniſchen Impulſionen folgen, und wobei eine geſammte mechaniſche Action am Syſtem von der Art beſteht, welche ganz mit jenen übereinſtimmt, wo die einzelnen Theile des Syſtems von keinen mechaniſchen Kräften ergriffen wären, (wo ſie nämlich alle, auch ſich frei überlaſſen, in mechaniſcher Unabhängigkeit erſcheinen würden). Dieſer Zuſtand heißt der Zuſtand des ſtatiſchen Gleichgewichtes.

Es gibt bei einem vitalen Syſteme einen Zuſtand, bei welchem die einzelnen Theile nicht ihren individuellen vitalen Impulſionen folgen, und wobei eine geſammte vitale Action am Syſteme von der Art beſteht, welche ganz mit jener übereinſtimmt, wo die einzelnen Theile des Syſtems, von keinen vitalen Kräften ergriffen wären (wo ſie nämlich alle, auch ſich frei überlaſſen, in vitaler Unthätigkeit erſcheinen würden, d. h. als lebloſe Körper). Dieſer Zuſtand mag der Zuſtand des vitalen Gleichgewichts heißen. Wo finden wir aber dieſen Zuſtand? im Eie, im Pflanzenſaamen. Hier (z. B. am Eie) beſteht außer dem Falle des Keimens und jenem des Verweſens, eine geſammte Lebensaction gleich o, ganz von derſelben Art, als wären die Theile des Eies unbelebt, d. h. als wären ſie an und für ſich, auch wenn ſie vom Eie getrennt wären, unfähig, eine vitale Action auszuüben. Das Ei erſcheint, rückſichtlich ſeiner Lebensaction wie ein Cryſtall, wie zuſammengeſetzt aus Cryſtallen.

Digitized by Google

Nun weiter in unſerer Analogie!

Wird an dem erwähnten mechaniſchen Syſteme vom ſtatiſchen Gleichgewichte (ſcheinbar mechaniſch leblos), die Lage der Umdrehungsaxe verändert, ſo entſteht eine Geſammtbewegung im ganzen Syſteme, wobei alle einzelnen Theile auf eine geſetzmäßige Weiſe concentriren; und dieſe Geſammtbewegung befolgt irgend ein Geſetz der Continuität, d. h. mit dem Fortſchreiten der Zeit, ergiebt ſich eine beſtimmte Reihe ſucceſſiver mechaniſcher Bilder (nämlich ſucceſſiver Gruppen, wornach die Lage der einzelnen Theile unter einander verändert wird).

Wird an dem erwähnten vitalen Syſteme von vitalem Gleichgewichte im Eie (ſcheinbar leblos), das ſchlummernde Leben geweckt, z. B. durch erhöhte Temperatur, ſo entſteht eine geſammte vitale Action im ganzen Syſteme, wobei alle einzelnen Theile auf eine geſetzmäßige Weiſe concurriren, und dieſe geſetzmäßige Weiſe befolgt irgend ein Geſetz der Continuität, d. h. mit dem Fortſchreiten der Zeit, ergibt ſich eine beſtimmte Reihe ſucceſſiver Lebensbilder (nämlich ſucceſſiver vitaler Formationen, wornach allmählich das Thier im Eie ſich bildet, und dann fernerhin ſein Leben außerhalb des Eies fortſetzt).

Wird an dem erwähnten mechaniſchen Syſteme von ſtatiſchem Gleichgewichte (ſcheinbar mechaniſch leblos) der mechaniſche Zuſammenhang der einzelnen Theile unter einander aufgehoben (z. B. durch Zerbrechen der Verbindungsſtücke), ſo befolgt jeder einzelne Theil ungehindert ſeine individuelle mechaniſche Impulſion (jeder bewegt ſich für ſich allein); und man ſieht dann, daß aus der Wechſelwirkung von im mechaniſchen Zuſammenhange ſtehenden, von durch mechaniſche Kräfte ergriffenen Theilen, eine geſammte mechaniſche Action entſtehen kann, welche ganz derjenigen gleich kommt, wo die einzelnen Theile, von gar keinen Kräften ergriffen (mechaniſch leblos) wären.

Wird an dem erwähnten vitalen Syſteme von vitalem Gleichgewichte (ſcheinbar leblos) der vitale Zuſammenhang der einzelnen Theile unter einander aufgehoben (z. B. durch Zerſchlagen des Eies, oder auch durch Verſetzen in ſolche Umſtände, wodurch der vitale Zuſammenhang aufgehoben wird; z. B. durch zu große Hitze oder Kälte) ſo befolgt jeder einzelne Theil (z. B. des Eies) ungehindert ſeine individuelle vitale Impulſion (jeder bringt eigene organiſche Bildungen hervor) und man ſieht dann, daß aus der Wechſelwirkung von in vitalem Zuſammenhange ſtehenden, an und für ſich lebenden Theilen, eine geſammte Action entſtehen könne, welche ganz derjenigen gleich kömmt, wo die einzelnen Theile an ſich leblos wären.

Laßt uns die Analogie noch fernerhin verfolgen.

Ein einzelner abgeſonderter Theil der Materie, welcher durch mechaniſche Kraft affi-
cirt iſt (ein abgeſonderter mechaniſch lebender Theil der Materie) gelangt nie zum ſtatiſchen Gleichgewichte, ſondern bewegt ſich nach einem Geſetze der Continuität unaufhörlich fort.

Wohl aber kann jener abgesonderte materielle Theil, indem er einem mechanischen Systeme anderer Theile einverleibt wird, zum Eintreten des statischen Gleichgewichts an diesem Systeme beitragen. Indessen ist das Eintreten dieses Gleichgewichts keine nothwendige Consequenz aus dem Einverleiben des ehedem abgesonderten Theils in dem Systeme.

Ein einzelner abgesonderter Theil der Materie, welcher durch Lebenskraft afficirt ist (ein abgesonderter lebender Theil der Materie), gelangt nie zum Zustande des Ei- und Saamenlebens, sondern setzt nach einem Gesetze der Continuität unaufhörlich fort in der Darstellung successiver Lebensbilder (ein unaufhörliches Uebertreten aus einer zoophytischen oder phytozoischen Form in die andere, ohne zur Form des Ei- und Saamenlebens zu gelangen). Wohl aber kann jener abgesonderte materielle Theil, indem er einem vitalen Systeme anderer materieller Theile (z. B. einer wachsenden Pflanze) einverleibt wird, zum Eintreten des Ei- und Saamenlebens an diesem Systeme beitragen. Indessen ist das Eintreten dieses Ei- oder Saamenlebens keine nothwendige Consequenz aus dem Einverleiben des ehedem abgesonderten Theiles an dem Systeme (es kann z. B. nachdem irgend ein Antheil formloser Lebensmaterie von einer Pflanze eingesaugt oder assimilirt worden, das Saamenleben, nämlich die Periode des reifen Saamens, eintreten, es kann aber auch diese Periode erst dann eintreten, wenn die eben erwähnte formlose Lebensmaterie schon wieder aus der Pflanze ausgeschieden worden).

Was hier von einem einzelnen abgesonderten Theile der Materie gesagt wurde, gilt eben so von jedem Antheile mehrerer abgesonderter Theile der Materie, welche Theile unter einander kein mechanisches oder vitales System bilden.

Die Recapitulation dieser Analogieen kann uns auf die Vermuthung führen, als wäre die zoophytische und phytozoische Formation in der vitalen Action von derselben Bedeutung, als die getrennten Bewegungen der einzelnen nicht zusammenhängenden Theile der Materie in der mechanischen Action sind; und als wäre die vollkommene Pflanzen- und Thierformation von derselben Bedeutung, als die Gesammtbewegung eines mechanischen Systems. Und so ergäbe sich denn folgendes Schema: Getrennte Bewegungen — zoophytisch-phytozoische Formationen. Ferner: combinirte Bewegung — Pflanzen- und Thier Formation. Ferner: statisches Gleichgewicht — Ei-Saamenleben *). Ferner: das Beginnen einer sich dann fortsetzenden, combinirten Bewegung, an dem in statischem Gleichgewichte befindlichen mechanischen Systeme — das Keimen im Ei und Saamen. Ferner: die Bewegung der einzelnen Theile, wenn der Zusammenhang derselben an einem mechani-

*) Ei- und Saamen-Leben heißt hier immer das schlummernde Leben des reifen Saamens, nicht das Leben des sich erst entwickelnden Saamens.

schen Systeme aufgehoben wird — die zoophytisch-phytozoischen Formationen der Bestandtheile einer Pflanze oder eines Thieres, wenn jene Theile von der Pflanze oder dem Thiere getrennt werden, oder wenn der vitale Zusammenhang aufgehoben wird (d. h. wenn der Tod der Pflanze oder des Thieres eintritt). Ferner: die, nie zum Stillstand gelangende, mechanischlebende abgesonderte Materie, kann einem mechanischen Systeme einverleibt, in diesem ein statisches Gleichgewicht hervorbringen — die nie zum Saamenleben gelangende (unaufhörlich in zoophytisch-phytozoischer Formation begriffene) lebende abgesonderte Materie (formlose Lebensmaterie) kann, in einer Pflanze aufgenommen und assimilirt, in dieser das Saamenleben hervorbringen (eben so das Eileben im Thiere).

§. 285. Treviranus zeigt auf eine sehr scharfsinnige Weise, daß, wenn ein lebendes Individuum das Vermögen besitzt, durch Fortpflanzung seine Art zu erhalten, hieraus nicht folge, daß nicht ein erstes Individuum derselben Art aus formloser Lebensmaterie durch bloßen äußern Einfluß (wie Infusionsthiere) könne entstanden seyn. Unter andern deutet eine genaue Beobachtung mancher in Thierkörpern vorfindiger Würmergattungen dahin, daß die erste Entstehung derselben keinen präexistirenden Eiern zugeschrieben werden kann, sondern ähnlichen Processen in der formlosen Lebensmaterie zugeschrieben werden muß, als die Entstehung der Infusionsthiere; und nichts desto weniger besitzen jene Würmer das Vermögen, theils durch Eier, theils durch das Gebähren lebendiger Jungen, ihre Art zu erhalten.

Vermuthlich hat jedes jetzt lebende Individuum, wenn es gleich sein Daseyn einem Individuo seiner Art verdankt, ein erstes Individuum seiner Art aufzuweisen, daß aus formloser Lebensmaterie entstanden.

Daß bei den höhern Stufen der Thiere und Pflanzen, jetzt nicht mehr dergleichen ursprüngliche Bildungen bemerkt werden, mag daher rühren, daß die äußern Einwirkungen nicht mehr dieselben sind, als da die Bildung der Erde noch unvollendeter war; eine Hypothese, welche auch für die allmählige Entstehung der Ur- und Uebergangsgebirge angenommen werden muß. Verschiedene Beobachtungen von Tremellen und Conferven zeigen Verwandlungen phytozoischer Körper in zoophytische und umgekehrt.

§. 286. Die äußern Bedingungen des Lebens theilt Treviranus folgendermaßen ein: a formelle (formende Potenzen der formlosen Lebensmaterie), wohin Licht, Wärme, cosmischer Galvanismus (vielleicht durch Einwirken der Erde, des Mondes, der Sonne unter einander bewirkt), und dynamisches Einwirken eines lebenden Organismus auf den andern gehören; b materielle, wohin Wasser und atmosphärische Luft gehören.

Die Mannigfaltigkeit, Zahl, Größe und Vollkommenheit der Entwicklung in allen einzelnen Theilen der lebenden Individuen, nehmen zu, bei zunehmendem Wärmegrade. Jedoch befördert Wärme und mäßiges Licht vorzüglich die animalische, hingegen starkes Licht, vorzüglich die vegetabilische Entwicklung, und am allermeisten die Entwickelung der Dycotyledonen; indem die Monocotyledonen sich mehr der animalischen Natur nähern.

Die heiße Zone bietet daher reichere Entwickelungen an Thieren und Monocotyledonen dar; die gemäßigten Zonen reichere Entwickelung an Dycotyledonen; da in den gemäßigten Zonen während der Vegetationszeit, wegen der langen Tage viel Licht, hingegen in der heißen Zone immer nur 12 Stunden Tag und häufige Regenzeit statt finden. Die hie und da vorfallenden Anomalien von diesem Gesetze liegen in Nebenursachen, dahin gehören z. B. der verschiedene Salzgehalt der Meere, herrschende Winde, herrschende Trockne, u. s. w. Auffallende Verschiedenheit in Lebensäußerungen zeigen sich in der nördlichen und südlichen Hemisphäre, vorzüglich in der heißen Zone, bei übrigens gleichem Breitengrade, und andern gleichen Umständen. Dieß mag von der Verschiedenheit in der Entwickelung des cosmischen Galvanismus herrühren. Die Ursache dieser verschiedenen Entwicklung läßt sich aus der ungleichen Structur beider Hemisphären erklären. Die nördliche Hemisphäre ist größtentheils festes Land, und ist reich an Eisen und Kupfer; die südliche Hemisphäre ist größtentheils Meerwasser, und vorzüglich reich an Gold und Silber.

§. 287. Die dynamische Wechselwirkung unter den lebenden Geschöpfen auch in den bedeutendsten Entfernungen von einander, ist zwar bisher durch eigentliche Erfahrungen noch nicht gehörig erwiesen; aber immer bleibt sie eine Hypothese, deren man nicht entbehren kann, wenn man sich nur einigermaßen jenen Beharrungsstand erklären will, den man an der gesammten organischen Welt beobachtet.

Auch sind wir über jene grob materiellen Ansichten längst hinaus, als daß es uns etwas so Unglaubliches scheinen sollte, daß eine Wechselwirkung unter verschiedenen Wesen ohne eine unmittelbare Berührung statt haben könne. Besteht ja doch ein unläugbarer Zusammenhang unter den von einander entferntesten Himmelskörpern; diese Relation bezieht sich bloß auf Attraction. Das ist aber auch sehr natürlich, denn, da es bei dem Weltgebäude nur darauf ankömmt, daß ein bestimmtes System von Bewegungen an den Himmelskörpern bestehe, so kann sich auch die Relation unter denselben auf nichts anderes beziehen, als auf jene Action der Natur, die wir den Mechanismus der Natur genannt haben. Betrachten wir nun das Ganze der lebenden Natur, und geben zu, daß das Bestehen des Ganzen hier eben so wenig dem blinden Schicksale preis gegeben sey, als das Ganze am Weltgebäude, so müssen wir eine dynamische Wechselwirkung unter den lebenden Individuen eben so annehmen, als unter den Himmelskörpern. Da es aber bei dem geregelten Beharrungsstande, welcher am Ganzen der lebenden Natur statt finden soll, nicht darauf

ankommen kann, die verschiedenen Individuen gegen einander in bestimmten Bewegungen zu erhalten (welches den höchsten Ausdruck des Organischen, nämlich der willkührlichen Bewegung widersprechen möchte), es daher hier nicht bloß auf eine mechanische Wechselwirkung ankommen kann, so kann auch hier die dynamische Wechselwirkung nicht in einer Art von Gravitation bestehen; denn die Action der Natur, durch welche diese dynamische Wechselwirkung erscheint, kann nicht der Mechanismus seyn.

Was sie eigentlich sey, ist uns eben so unmöglich zu beantworten, als was das Leben des unbedeutendsten Würmchens oder Mooses ist. Es sey uns genug einzusehen, daß nach allen vernünftigen Gründen diese dynamische Wechselwirkung bestehen, und daß sie selbst das Gepräge der organischen Activität mit sich führen müsse.

§. 288. Alle lebenden Organismen bedürfen des Wassers und der atmosphärischen Luft; der Grad des Bedürfnisses unterliege jedoch folgendem Gesetze: betrachtet man die Pflanzen und Thiere nach jenen Stufenleitern, welche sich auf die allmählig zunehmende Mannigfaltigkeit in der Organisation beziehen, die Pflanzen von den Phytozoen an bis zu den untersten Stufen der Monocotyledonen, und von diesen weiter bis zu den höchsten Stufen der Dycotyledonen; die Thiere von den Zoophyten an bis zu den untersten Stufen der Vögel und Säugethiere, und von diesen weiter bis zum Menschen, so wächst das Bedürfniß nach atmosphärischer Luft, und zugleich nimmt jenes nach Wasser ab.

§. 289. So lange diese formlose Lebensmaterie bloß durch leblose Natur modificirt wird, erhält sie keine bestimmte Lebenstendenz; sie vermag daher nur in zoophytische oder phytozoische Lebensformen zu übergehen. Wird sie aber dem Einflusse von lebenden Organismen ausgesetzt, so theilt der lebende Organismus der ungeformten Lebensmaterie seine Lebenstendenz mit, und das Ganze erhält gleichsam eine bestimmte Richtung für den Entwurf successiver Lebensbilder.

Dieß geschieht mit der Lebensmaterie, welche von der Pflanze als Nahrungsmittel aufgenommen wird, sowohl durch den Keim, als überhaupt durch die ihre Lebensperiode durchlaufende Pflanze; dieß geschieht ferners mit der Lebensmaterie im Ei außerhalb des Keimes, und mit jener in den vegetabilischen animalischen Nahrungsmitteln, welche von dem, die Periode des Lebens durchlaufenden Thiere assimilirt werden. Indeß wird die formlose Lebensmaterie, durch die leblose Natur nicht nur dann influenzirt, wenn sie ganz abgesondert für sich besteht, sondern auch noch dann, wenn sie durch den eben erwähnten Einfluß eines organisirten Wesens eine bestimmte Richtung der Lebensactivität erhalten hat. Nur ist im letztern Falle die Einwirkung der leblosen Natur auf die formlosen Lebensmaterie weit schwächer, indem der höher gestimmte Typus zur Lebensaction sich nun weit individueller selbstbestimmender verhält. Die äußern Potenzen, wenn selbe nicht allzuheftig und hierdurch zerstörend wirken, bringen nunmehr bloße Anomalien in dem vorge-

schriebenen Plane successiver Lebensbilder hervor, ohne das Gesetz der Continuität wesentlich zu verändern. So wird z. B. die nach und nach in die Salatpflanze tretende formlose Lebensmaterie (d. h. jene formlose Lebensmaterie, welche durch den Keim der Salatpflanze geweckt, die successiven Lebensbilder an dieser Pflanze darzustellen mit beiträgt), von den verschiedenen, während der Vegetationsperiode eintretenden Graden der Wärme, der Feuchtigkeit u. s. w. in dem wirklichen successiven Entwurfe der Lebensbilder einigermaßen abhängen; jedoch nur so, daß in sehr verschiedenen Fällen allemal nur einerlei Grundgesetz der Continuität hervorleuchten wird.

Wäre hingegen die formlose Lebensmaterie, statt aus dem Humus durch die Wurzelfasern der Salatpflanze aufgenommen zu werden, als Infusion in einem Gefäße den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt worden, so hätten sich nach Verschiedenheit dieser Einflüsse auch sehr verschiedene zoophytische oder phytozoische Formationen dargestellt.

§. 290. Die äußern Einwirkungen der leblosen Natur auf die Lebensmaterie, welche einem Organisationssysteme zukommen, sind Licht, Wärme, cosmischer Galvanismus, dynamische Wechselwirkung der organischen und anorganischen Körper unter einander; ferner, die ponderabeln Stoffe, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, ... welche theils mit in den Organismus übergehen, theils mit dem organischen Wesen in Berührung kommen (z. B. Winde, Wasserfluthen ...); die ponderabeln Stoffe äußern ihre Wirksamkeit auf die organischen Wesen, vorzüglich unter den Gestalten von Wasser und Luft. Ich weiche hier von der oben erwähnten Eintheilung dieser äußern Einflüsse in formelle und materielle darum ab, da wir nicht entscheiden können, in wie ferne dieselben materiell sind oder nicht. Ist z. B. das Licht Materie oder nicht?

Die Einwirkungen des Bodens auf die in die vegetativen Lebensbilder übergehende Lebensmaterie (wenn bloß von den anorgischen mineralischen Bestandstoffen des Bodens die Rede ist), mag theils dadurch entstehen, daß ein Theil dieser mineralischen Substanzen mit in die Pflanzenkörper übergeht, theils dadurch, daß die Wurzelfasern mit den mineralischen Bestandstoffen in unmittelbarer Berührung stehen, theils dadurch, daß der cosmische Galvanismus in einiger Entfernung von den Pflanzen wesentliche Veränderungen in seiner Entwickelung durch Qualität und Mischung der mineralischen Bestandtheile erleidet.

In dieser letzten Ansicht möchte vielleicht wesentlich die große Wirksamkeit der Brache auf die Vegetation liegen. Die Brache wäre für den bloß mineralisch Betrachteten Boden vielleicht das, was bei der voltaischen Säule nach einer langen Action derselben das Auseinanderlegen und Reinigen der Kupfer- und Zinnplatten ist.

§. 291. Die zu einem und demselben Organisationssysteme (z. B. zu einer und derselben Pflanze) gehörige Lebensmaterie, nämlich jene gesammte Lebensmaterie, welche in irgend einem Augenblicke zusammengenommen, ein bestimmtes Organisationssystem dar-

Digitized by Google

ſtelle, theilt der beſtändig in dieß Syſtem von außen eindringenden formloſen Lebensmaterie, den dieſem Syſteme entſprechenden Typus zur Lebensaction unaufhörlich mit, und tritt allmählig, durch dieſe Mittheilung ſelbſt erſchöpft, wieder aus dem Syſteme. So mögen wir uns die unaufhörliche Aſſimilation und Ausſcheidung erklären. Allen dieſen fortwährenden Umſtimmungen der Typen, und den hiedurch veranlaßten beſtändigen Veränderungen in einerlei Individuo, ſowohl in Bezug auf äußeres Anſehen, als auf Quantität, Qualität *) und Identität der Materie, liegt allemal ein beſtimmter Typus zum Entwurfe ſucceſſiver Lebensbilder, nach einem beſtimmten Geſetze der Continuität zum Grunde, der Typus zu einer feſtgeſetzten Reihe von Lebensactionen. Dieſe ſucceſſiven Lebensactionen weichen von ihrem urſprünglich beſtimmten Geſetze um ſo weniger ab, auf einer je höhern Stufe des Lebens das Individuum ſteht; und dieſe Stufe des Lebens kann nach der Mannigfaltigkeit und Menge der ſich auf einerlei Individuum beziehenden Theile beſtimmt werden. Daher iſt die Ausartung der Zoophyten und Phytozoen die bedeutendſte, und jene des Menſchen, die geringſte.

§. 292. Da ſich über die allmählige Entwicklung des Organiſchen an unſerm Planeten nur höchſt ſchwankende Hypotheſen aufſtellen laſſen, ſo will ich über dieſen Gegenſtand, der mehr in einen Roman der Natur, als in eine Naturphiloſophie paßt, nur ein Paar Hauptideen hinwerfen.

Verſteinerungen und Abdrücke lebender Weſen werden in Urgebirgen gar nicht angetroffen, in Uebergangsgebirgen und ältern Flötzgebirgen werden größtentheils nur Phytozoen und Zoophyten gefunden; in neuern Flötzformationen endlich ſind häufig Pflanzenabdrücke und Knochen vierfüſſiger Thiere vorhanden. Hieraus läßt ſich ſchließen: Die lebende Natur habe ſich allmählig vom Unvollkommenſten bis zum Vollkommenſten hin entwickelt. Die Lebenskraft zeigt in allen ihren Aeußerungen individuelle ſelbſtbedingte Thätigkeit, einen unaufhörlichen Streit gegen die Kräfte der lebloſen Natur; dieſem Zwecke gemäß verwendet ſie die lebloſe Materie als materielle Beſtandſtücke in den organiſchen Weſen, oder wenigſtens beſtrebt ſie ſich die Materie dergeſtalt zu combiniren, daß der aus dem Mechanismus und Chemismus entſtehende Widerſtand gegen die Aeußerungen der Lebenskraft allmählig abnehme.

In der chaotiſchen Urzeit der Schöpfung hatte die Lebenskraft gegen die Geſammtwirkungen der freien ungebundenen Gravitation und Affinität zu kämpfen. Ihr, als der Höhern unter den Kräften, ihr, als dem Urſprunge alles Schaffens, ihr endlich, als dem Grundprincipe eines ins Unendliche fortſchreitenden Bildens, lag ~~es ob, die rohern Kräfte,~~

*) Materie von anderer Qualität heißt nach meinen Anſichten: Materie von anders geſtimmtem Typus der Erſcheinung.

die immer nur Bewegung im Raume, Formen und Gruppen hervorzubringen vermögen, ihrem Zwecke zu unterordnen, und hiedurch der Erde, als einem Theile der Schöpfung, den Stempel des Schöpfers aufzudrücken, der das Unendliche nicht nur in der Quantität, sondern auch in der Mannigfaltigkeit in sich faßt. Die Lebenskraft mochte damit anfangen, aus den vorhanden ungebundenen Elementarstoffen, Kohlenstoff, Eisen, Kieselerde, Kalkerde, Bittererde zu bilden *), und so einen Theil der ihr widerstrebenden Materie auf immerwährende Zeiten an die Masse der Urgebirge zu heften. Als sie solchergestalt ihre ersten Feinde gefesselt hatte, vermochte sie, sich über sie in die Sphäre eines freiern Wirkens zu erheben, und die ersten Züge der Vitalität, freilich noch in verworrener Form, zu entwerfen, und so allmählig zu höhern deutlichern gesondertern Formen des Lebens zu schreiten, dieß war die allmählige Entwicklung der Zoophyten und Phytozoen, so wie schon die Formation unvollkommnerer Thiere und Pflanzen; diese Lebensbildung fiel in die Uebergangsperiode und in die frühern Zeiten der Flötzperioden. In den neuern Zeiten der Flötzperiode endlich war der Einfluß der leblosen Natur auf die Lebensmaterie dergestalt vermindert worden, zu gleicher Zeit aber der organische Einfluß auf jene durch die bestehende Menge lebender Individuen, so sehr erhöhet worden, daß die Lebenskraft ungestört die feinern künstlichern Gebilde des Lebens zu entwerfen vermochte. Es entstanden vollkommnere Pflanzen, Thiere, endlich der Mensch.

So weit ist es uns gestattet, die Geschichte in der Entwickelung des Organischen an unserm Planeten mit einiger Wahrscheinlichkeit zu verfolgen. Wird aber die Lebenskraft nicht fernerhin noch weiter schreiten? Ist der Mensch das höchste denkbare Resultat der Lebenskraft? Sollte der Organismus der lebenden Natur schon seinen Culminationspunkt erreicht haben, und dem bloßen Daseyn von Zoophyten und Phytozoen wieder entgegen eilen? Läßt sich nicht vielmehr vermuthen, daß die ganze lebende Natur, gleich einer wohlgepflegten Pflanze auch noch fernerhin kräftig fortwachsen werde? Wer vermöchte dieß zu beantworten?

§. 293. Die organischen Wesen unterscheiden sich von den Anorganischen ganz vorzüglich durch die Fortpflanzung ihres Geschlechts. Diese wichtige Function geht nicht bei allen lebenden Individuen auf einerlei Weise vor sich. 1) Durch Saamenkörner bei Pflanzen, oder durch Eier bei Thieren; 2) durch Knospen bei Pflanzen und Zoophyten, oder durch Sprossen bei Pflanzen, Zoophyten und Würmern.

*) Noch jetzt bilden sich diese Stoffe; denn häufig finden sich diese bei den chemischen Analysen organischer Körper vor, bei denen sie unmöglich durch Nahrung, Athmen und Einsaugung als schon vorhanden in die Masse des Körpers gekommen seyn können; wie dieß die Versuche von Hofmann, de la Metherie Vauquelin u. s. w. darthun.

Die Saamenkörner und Eier entstehen in den weiblichen Zeugungstheilen; die Knospen und Sprossen aber in keinen besondern Theilen des Organismus. Erstere enthalten die materiellen Bedingungen der Entwickelung in sich, äußern ihr Leben von der Mutter getrennt. Anders ist dieß bei letztern. Die Saamenkörner werden im Eierstocke erzeugt und gereift, aber die Eier reifen außerhalb des Eierstockes. Bei Thieren unterscheiden sich die Eierlegenden von den lebendiggebährenden dadurch, das bei erstern die Eier außer dem Mutterleibe bei letztern im Mutterleibe selbst ausgebrütet werden; dort wird der Foetus bloß vom Eie genährt, hingegen hier wird er zugleich auch mittelst des Nabelstranges und Mutterkuchens von der Mutter erhalten. Bei den Pflanzen unterscheidet man Zwiebel und Knollen . . . . . (hievon ein Mehreres an einem andern Orte).

Das Zeugungsgeschäft geschieht vorzüglich auf folgende Art: 1) Bei einigen lebenden Körpern muß der weibliche Saamen durch den männlichen Zeugungsstoff entwickelt werden. Hierher gehören die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische, mehrere Molusken, Crustazeen und Insekten; einige dieser Thiere sind Hermaphroditen, wie die Schnecken; bei einigen geschieht die Befruchtung außerhalb der Mutter, wie bei den Fröschen, bei den meisten Fischen, bei Sepien (der Wassersalamander spritzt seinen Saamen ins Wasser). Je weiter wir im Thierreiche vom Menschen herabsteigen, desto größer wird die Menge der durch eine einzige Befruchtung erzeugten Keime. Bei mehreren Thieren, z. B. bei Blattläusen, reicht eine einzige Begattung hin, um mehrere Generationen nacheinander zu befruchten. 2) Bei andern lebenden Körpern wird der weibliche Saamen durch das Einwirken der leblosen Natur entwickelt. Hierher gehören mehrere Pflanzen, Zoophyten, Phytozoen, mehrere Würmer, wobei die Kügelchen, Fasern . . . als der Mutter wachsen, und sich dann lostrennen; oder wobei die Mutter in mehrere Theile zerfälle und jeder Theil für sich lebt (z. B. beym Bandwurme). 3) Bei andern lebenden Körpern wird der weibliche Saamen theils durch den männlichen Zeugungsstoff, theils durch das Einwirken der leblosen Natur entwickelt. Mehrere Würmergattungen vermehren sich durch Eier, durch lebendige Junge, und zugleich durch Sprossen. Die Kräuter, Gräser und mehrere andere Pflanzen vermehren sich zugleich durch Saamen und Knospen.

Das Organische zeigt in seinem ersten Beginnen und in seinem Verschwinden ein Aggregat unzusammenhängender Bläschen, da hingegen das Anorganische in seinem ersten Bilden allemal gradlinigte Blättchen darstellt.

Das junge Thier bringt alle Theile schon gebildet mit, wie es sich von dem Eie trennt, (es mag diese Trennung innerhalb oder außerhalb des Mutterleibes geschehen); der Pflanze hingegen mangeln im Augenblicke ihres Austretens aus dem Saamen, und selbst noch dann, wenn der Saamen gänzlich verschwunden ist, viele Theile die sie erst im weitern Verlaufe des Lebens erhält. Ueberhaupt deutet das öftere Wechseln wesentli-

ber Theile als vorzüglich der Sexualtheile bei den Pflanzen, auf einen weniger geschlossenen Organismus hin als bei den vollkommnern Thieren, bei welchen von der ersten Jugend bis ins höchste Alter fortwährend ein und dasselbe System von mannigfaltigen Theilen besteht.

Es ist nicht entschieden, ob es erforderlich sey, wenn der weibliche Saamen durch den männlichen befruchtet werden soll, daß eine unmittelbare Berührung beider Stoffe unter einander vor sich gehe; vielleicht ist es hinreichend, daß diese Stoffe gegen einander nur in jene Lage gebracht werden, wobei eine dynamische Wechselwirkung statt finden kann. Es läßt sich eine auffallende Aehnlichkeit in der Wirkungsart des männlichen Saamens auf das weibliche Individuum mit jener Wirkungsart bemerken, welche den ansteckenden Giften entspricht*).

§. 294. Sowohl bei Pflanzen als Thieren erscheinen hie und da verschiedene Mißbildungen**). Mißbildungen dürfen betrachtet werden, als krankhafte Abweichungen von der ursprünglichen Structur, bei welchen Abweichungen der Organismus, an welchem sie vorkommen, sich selber thätig gezeigt hat; sie entstehen um so leichter, je näher der Organismus seinem Ursprunge ist. Einige Mißgeburten entstehen durch äußere Einwirkungen nach der Empfängniß, andere aus einer krankhaften Beschaffenheit des Zeugungsstoffs. Bei allen Mißgeburten zeigt sich das Bestreben der bildenden Kraft, einen (unter den bestehenden ungünstigen Umständen) möglichst vollkommenen Organismus hervor zu bringen.

§. 295. Betrachten wir die sich aus einer tropfbaren Flüssigkeit bildenden Crystalle, wobei das Anschießen der Crystalle fortwährend an einer und derselben festen Masse fortgeht, so daß diese feste crystallinische Masse fortwährend an Größe zunimmt; betrachten wir dieß z. B. an einem sich solchermaßen bildenden Diamahnmes; so könnten wir uns bei der allerersten oberflächlichen Beobachtung dieses Phänomens geneigt fühlen, diesen Proceß als einen dem Vegetationsprocesse ähnlichen anzusehen. Allein eine gründlichere Vergleichung dieser zweierlei Naturphänomene, wobei wir sie durch längere Perioden hindurch verfolgen, wird uns bald überzeugen, daß die organische Entwicklung sich von der bloß crystallinischen gar sehr unterscheidet, auch wenn man dabei ausschließlich das Phänomen des Wachsens betrachtet. Dort zeigt sich ein unaufhörliches Verändern, während der ganzen Periode des zunehmenden und abnehmenden Wachsthums, in allen, selbst den innersten Theilen, so daß augenscheinlich das Wachsen als Resultat einer innern Kraft

*) Treviranus Biologie.

**) Tiedemann über kopflose Mißgeburten. Jäger über die Mißbildungen der Gewächse.

des organisirten Individuums erscheint; hier hingegen verändert sich während des Wachsens bloß die äußere Gestalt und Größe, indeß alles Innere einmal Vollendete unabänderlich dieselbe Structur behält, mag auch das Wachsen wie immer weit fortgesetzt werden, so daß dieses Wachsen als ein bloß fortgesetztes Ansetzen fremder Theile von Außen als eine bloß fortgesetzte Aggregation betrachtet werden muß. Dort kann das Wachsen über eine gewisse Gränze hinaus nicht fortgesetzt werden, mag man auch dem organisirten Individuo (z. B. der Pflanze) wie viel immer Stoff (Nahrungsstoff) darbieten, der fähig ist, in die Masse des organisirten Individuums zu übergehen (z. B. Dünger); allein hier (z. B. am Dianabaum) kann das Wachsen ohne Gränze fortgesetzt werden, wenn man nur genugsam Stoff liefert, der fähig ist, an die bereits gebildeten Crystalle sich nach und nach anzusetzen. Dort zeigt sich ein einziger in sich bedingter Typus zum Entwurfe successiver Bilder nach einem bestimmten Gesetze der Continuität mit einem hohen Grade der Unabhängigkeit von äußern Einflüssen; ja, ein Analogon von Spontaneität, welchem gemäß das organisirte Individuum im Verhinderungsfalle einer vollkommenern Entwicklung sich so entwickelt, daß der ursprüngliche Zweck des Typus so viel es möglich ist, erreicht wird; hier hingegen zeigt sich nicht das allergeringste von einem innern Typus, von einer Tendenz nach einem bestimmten Ziele, und von einer Verwendung der äußern Umstände zur Erreichung dieses Zieles; nichts läßt sich hier wahrnehmen, als ein Aggregat von einzelnen Tendenzen, und in der ganzen Action der crystallinischen Bildung leuchtet die größte Abhängigkeit von äußern Umständen hervor. Man möchte sagen, es trete hier der höchste Grad von Stupidität, von Geistlosigkeit hervor. Wird ein Dianabaum an irgend einem Zweige verhindert, weiter anzuwachsen, so wird man an diesem Zweige nie jene vernünftige zweckmäßige Ausbiegung wahrnehmen, wie am Zweige einer Pflanze, welcher verhindert wird, in seiner ursprünglichen Richtung fortzuwachsen*).

§. 296. Um mich von der Spontaneität in der organischen Entwicklung zu überzeugen, und um mich über die eigentliche Tendenz des Wurzel- und Blüthenkeimes zu belehren, stellte ich einige Versuche an, welche hier vorgetragen werden sollen.

---

*) Ich habe mich bei dieser Vergleichung der crystallinischen Vegetation mit der organischen, vielleicht länger verweilt, als es der Vortrag meines Gegenstandes erfordert; allein, ich wollte hier so recht, wie ich es fühle, das Armselige jener hölzernen Theorie ausdrücken, wornach alle Wunder des Lebens ein Gegenstand, der Kopf und Herz, Verstand und Phantasie im höchsten Grade begeistern muß, durch einen bloßen Crystallisationsproceß erklärt werden wollten. Eine Theorie, ganz würdig jenes plumpen, starren, geistlosen, unmoralischen Materialismus, der uns vorzüglich durch die französische Philosophie mitgetheilt wurde.

Digitized by Google

Darstellung einiger Versuche, um das vegetative Streben des Blüthenkeims und Wurzelkeims zu enthüllen.

I. Versuch im Mai 1816.

§. 297. In der Hälfte Mai wurde ein eng gelöchertes Sieb auf drei Linien hoch, mit guter Gartenerde bedeckt; darauf kamen Gerstenkörner vom besten Saamen, ungefähr ½ Zoll von einander entfernt, und hierauf wurde 5 Zoll hoch Gartenerde aufgeschüttet; endlich das Ganze mit einem runden Deckel wohl verschlossen, so daß kein Licht von oben eindringen konnte, sondern alles Licht nur von unten durch das Sieb eindrang. Nach ungefähr 14 Tagen war der untere Theil des Siebs von dicken kurzen weißen Wurzeln ganz durchdrungen, welche ordentlich unter einander verwebt waren. Zu gleicher Zeit fing die Gerstenpflanze an, oben unter dem Deckel hervor zu schießen, und sehr bald war die Erde unter dem Deckel dicht mit Gerste bewachsen, welche ich bis auf 6 Zoll hoch anwachsen ließ. Diese Pflanzen waren durchgehends von weißer Farbe, ungefähr wie recht blasses Stroh; ich konnte aber am Geschmacke dieser Blätter keinen Unterschied mit jenen der jungen Gerste auf dem Felde finden. Nur einige Pflanzen am Rande des Siebs, welche zwischen dem Deckel hervorgedrungen waren, hatten die gewöhnliche grüne Farbe der jungen Gerste. Ich nahm den Deckel hinweg, und binnen 24 Stunden war alles so lebhaft grün, als die Gerste auf dem Felde. Das Licht hatte hier auf die Richtung, nach der die Wurzeln und Blätter wuchsen, keinen Einfluß; denn wäre es das Licht, welches den Blüthenkeim bei den Pflanzen überhaupt bestimmen möchte, aus der Erde von unten hinauf zu schießen, so hätte in diesem Versuche, wo das Licht nur von unten eindringen konnte, der Blüthenkeim hinab, und der Wurzelkeim hinauf; nämlich der Blüthenkeim nach dem Lichte, der Wurzelkeim nach der Dunkle hin wachsen müssen. Es ist daher nicht richtig, dem Blüthenkeime die Benennung Lichtkeim zu geben.

II. Versuch Juni 1816.

Ich ließ einen hölzernen Cylinder gegen 3 Schuh hoch und 6 Zoll im Lichten verfertigen, welcher unten geschlossen oben offen war. Der Boden wurde in seiner Mitte kreisrund ausgeschnitten, so daß eine blecherne Röhre von 3 Zoll Durchmesser genau hinein paßte. Die blecherne Röhre wurde hineingezwängt, so daß die Axen der beiden Cylinder in einander fielen, und die Röhre war so lang als der hölzerne Cylinder. Der Zwischenraum zwischen beiden Cylindern wurde mit feinem Sande gefüllt, so daß in die blecherne Röhre außer von oben hinein auch nicht das allergeringste Licht dringen konnte.

Am untern Theil der Röhre, nämlich am Boden des hölzernen Cylinders war ein Sieb von oben erwähnter Art angenagelt. Das Ganze stand so, daß das Sieb unten, der offene Theil der Cylinder oben, folglich die gemeinschaftliche Axe der beiden Cylinder senkrecht auf den Horizont zu stehen kamen. Auf das Sieb wurde 3 Linien hoch Erde aufgeschüttet, dann wurde Gerste gesäet wie vorher, und dann wurde das Ganze mit 8 Zoll Erde bedeckt. Täglich wurde schwach begossen, und außer den Augenblicken des Begießens war der obere Theil der Cylinder so genau verschlossen, daß in der Blechröhre die vollkommenste Finsterniß bestehen mußte. Nach 3 Wochen zeigte sich noch keine Spur von Vegetation. Ich nahm daher die ganze Erde wieder heraus, und fand, daß die Körner noch gar nicht gekeimt hatten, sondern erstickt waren, obgleich Luft und Licht von unten durch das Sieb eben so eindringen konnten, als dieß auf dem Felde von oben hinein geschieht.

III. Versuch. Juni Juli 1816.

Ich wiederholte den II. Versuch, mit dem einzigen Unterschiede, daß die Gerste, statt mit 8 Zoll, nur mit 3 Zoll Erde bedeckt wurde. Nach einigen Wochen zeigten sich weiße Wurzeln, welche das Sieb vertikal hinab durchdrangen, und sich zum Theil mit demselben verflochten. Auch zeigte sich bald hierauf die aus der Erde von unten hinauf hervorkeimende Gerste, welche ganz die Gestalt der gewöhnlichen jungen Gerstenpflanze hatte, mit dem einzigen Unterschiede, daß sie bloß strohgelb, beinahe weiß war; welches wieder bloß dem Abgange von Licht zuzuschreiben war.

Ich ließ die Gerste einige Zeit so fortwachsen, und nachdem sie eine Höhe von etwa 6 Zoll erreicht hatte, fing sie an abzudorren und einzugehen.

IV. Versuch im Juli 1816.

Ich nahm eine crebris rubra aus einem Gartentopfe, bei welcher so eben die ersten jungen Blätter aus dem Wurzelstocke getrieben hatten. Ich hob diese junge Pflanze dergestalt aus der Erde, daß an den Wurzeln nichts verletzt werden konnte. Ferners stellte ich einen leeren Gartentopf vor mir hin, jedoch verkehrt, d. h. so, daß der Boden des Gartentopfs zu oberst zu stehen kam. Nun setzte ich die ausgehobene junge Pflanze mit ihrer Wurzel senkrecht in die mittlere kleine Oeffnung des Gartentopfs; hielt sie behutsam in ihrer Lage gegen den Topf, wandte denselben um, wodurch er in seine natürliche Lage kam, und füllte ihn sorgfältig mit guter Gartenerde, wodurch die Wurzel der Pflanze gänzlich in die Erde versenkt ward, so daß man von der Pflanze nur die aus dem Wurzelstocke aufgeschossenen Blätter unter dem Boden des Gefäßes wahrnehmen konnte. Ich

hing nun den Gartentopf mittelst einer Schnur an einer Latte dergestalt auf, daß er seine gewöhnliche Lage hatte, wodurch aber die Pflanze eine ihrer Natur nach verkehrte Lage erhielt. Der Wurzelstock befand sich nämlich beinahe in der Oeffnung des Bodens; die Wurzel erstreckte sich von da aus senkrecht hinauf in die Erde, nämlich in das Gefäß hinein, und die Blätter erstreckten sich vom Boden des Gefäßes aus unter demselben herab in die Luft. Zu gleicher Zeit hatte ich eine andere crebris rubra von derselben Wachsthumsperiode in einem andern Gartentopfe, auf die gewöhnliche Weise gepflanzt darneben gestellt. Ich ließ beide Pflanzen, welche sich in einem Glashause befanden, und täglich ordentlich begossen wurden, ganz durch dieselben äußern Umstände beherrschen, und war nun sehr neugierig zu sehen, was denn aus der verkehrten Pflanze entstehen und wie sie sich in ihrer Entwicklung zu der aufrechten Pflanze verhalten würde.

Es waren kaum zwei Tage verflossen, so bemerkte ich schon, daß jene Theile, aus welchen der Blüthenstengel sproßt, sich merklich aufwärts gekrümmt hatten. Die Krümmung nahm nun sehr schnell zu, und war am 3. Tage schon dahin gekommen, daß das Ende des Stengels, welcher indessen schon einen Knopf erhalten hatte, welcher sich zum Knospen vorbereitete, eine auf den Horizont vertikale Richtung erhalten hatte, so daß am 4. Tage die beginnende Knospe schon an den Boden des Gartentopfes stieß. Die Pflanze ließ sich durch dieses Hinderniß in der Entwicklung ihrer vegetativen Action nicht irre machen, und es war höchst interessant zu bemerken, wie die Knospe allmählig längs des Bodens hinschlich, und mit einem ächt geometrischen Augenmaße den kürzesten Weg wählte, um so bald wie möglich von ihren Fesseln befreit, sich frei und ungehindert ihrem Streben nach der Höhe überlassen zu können. Als die Knospe an der Peripherie des Gefäßes angekommen war, bog sie sich sogleich aufwärts, ohne jedoch einen scharfen Winkel zu machen und hiedurch den Plasticismus des Organischen zu verläugnen. Sie wuchs nun üppig fort; die Knospe entfaltete sich, überging in Blüthe und Saamen; kurz, es war an ihrer Entwicklung kein Unterschied mit der neben ihr stehenden Pflanze gleicher Art zu bemerken; außer daß sie in allem etwas später eintraf; allein sie hatte auch eine beträchtliche Zeit im Kampfe gegen ihre freie Entwicklung verloren. (Fig. X.)

V. Versuch. Juli 1816.

Im höchsten Grade überrascht über das interessante Resultat des IV. Versuchs, über die Intelligenz der beobachteten Pflanze in ihrer vegetativen Action; ja begeistert durch die unbestochene Stimme der lebenden Natur welche ich hier auf eine so deutliche Weise zu vernehmen vermochte; wagte ich es, noch eine Frage an die Natur zu thun, und ward dafür mit dem genügendsten Resultate belohnt.

Digitized by Google

Ich nahm einen leeren Gartentopf; setzte ihn verkehrt vor mir hin, und bohrte in den Boden desselben eine kleine Oeffnung, und zwar hart am Rande des Gefäßes. Nun setzte ich eine junge erst aufgekeimte crebris rubra in diese Oeffnung ganz auf dieselbe Art, als vorhin die crebris rubra in die mittlere Oeffnung des Bodens gesetzt worden war, und verfuhr ganz wie vorher. In einem Tage bemerkte ich abermals ein Aufbiegen des aufsprossenden Blüthenstengels, und zwar wie ich vermuthet hatte, nach jener Seite hin, wo die Pflanze sogleich in die Höhe schießen konnte. Hier hatte also dieselbe mit einem Analogon von Spontaneität, von Planmäßigkeit ihre Action ausgeübt, denn sie konnte ja auch nach jener Seite hin sich aufbiegen, wo sie an dem Boden des Gefäßes angestoßen und dann einen langen Weg hindurch längs desselben sich fortgeschlichen hätte.

Noch muß bemerkt werden, daß im Versuche IV und V bloß jene Theile merklich aufwärts gebogen wurden, an deren Enden Knospen und Blüthen kommen sollten; daß hingegen die übrigen Blätter, die zu der höhern Function der Befruchtung nicht bestimmt sind, herabwuchsen, und ganz jene Lage hatten, die sie aus der Combination der Schwere und der Elasticität ihrer Stengel haben mußten. Dieser Umstand ist für die philosophische Ansicht des Gegenstandes von dem höchsten Interesse, wie weiter unten gezeigt werden soll.

§. 298. Betrachten wir die hier angeführten Versuche, wo wir mit aller Kunst es nicht dahin bringen konnten, die Wurzel aufwärts, den Blüthenstengel abwärts wachsen zu machen; erwägen wir ferners, daß das in die Höhe wachsen sich vorzüglich kräftig an jenen Theilen der Pflanze äußert, welche durch Blüthe, Befruchtung und Saamentragen gekrönt zu werden bestimmt sind; werfen wir endlich unsere Blicke auf die an Baumstämmen, an Felsenwänden sich entwickelnden Moose, cryptogamischen Gewächse von einem unvollkommnen Pflanzenleben, und bemerken hiebei, daß hier kein Streben nach aufwärts besteht, sondern bloß nach jener Richtung hin, welche senkrecht auf den Stamm oder auf die Felsenwand gedacht werden kann*). Berücksichtigen wir dieses Alles, und fassen es als zu einer Einheit combinirt in der Idee auf, und zwar mit jener Lebendigkeit, mit welcher man allein an die lebende Natur sich wagen darf, wenn man nicht von ihr als ein insipider Crystall frostig zurückgewiesen werden will; halten wir unserm Geiste dieses Bild über vegetative Action vor, und fragen nun ohne vorgefaßter Meinung bloß in der Demuth des Forschenden: Welche ist die Idee, welche hier verkörpert dargestellt wird? welche Bedeutung sollen wir diesen Erscheinungen geben, wenn wir sie in der übrigen Natur und in unserm Geiste abgespiegelt erblicken wollen? Fragen wir auf diese Weise, so scheint es, als ließe sich die Natur,

*) Daß dieß der Fall sey, habe ich bei meinen Waldberefungen täglich die Erfahrung zu machen Gelegenheit. Werden Moose etwas länger, so hängen sie durch ihre Schwere herab, und bilden gleichsam einen Bart an den Baumästen.

Digitized by Google

die selten bestimmt, aber doch allemal so antwortet, daß sie uns vom fernern Forschen nicht abschreckt, folgendermaßen vernehmen:

So wie die Erscheinung des Ausfüllens von Raum nur dadurch möglich wird, daß die Raumtheilchen zugleich aus einander und zugleich gegen einander streben (um weder einen mathematischen Punkt noch ein unendlich Großes zu bilden); — so wie das in der Zeit vor sich Gehende nur sich dadurch als temporär manifestiren kann, daß die Zeitmomente aus einander und zu einander gehalten werden; — so wie beim Stoße zweier Körper im Raume, in der Berührungsfläche eine Kraft besteht, welche beide Körper nach einer entgegengesetzten Richtung treibt; — so wie das Planetensystem in seinem mechanischen Zusammenhange bloß durch Centralkraft und Centrifugalkraft erhalten wird; — so wie jeder Körper an unserer Erdoberfläche nach dem Erdcentrum durch die Schwere und zugleich durch die Centrifugalkraft nach entgegengesetzter Richtung gezogen wird; — so wie der Magnet mit einem Pole nach einer Weltgegend, mit dem andern Pole nach der entgegengesetzten Weltgegend gezogen wird; — so wie die Leidnerflasche, wenn sie an der innern Belegung positiv elektrisch wird, zugleich an der äußern Belegung negativ elektrisch wird; — so wie das Gewahrwerden zu gleicher Zeit ein Aufnehmen des Gegenstandes in sich, und zugleich ein Absondern des Objects vom Subjecte ist; — so wie in der reinen Anschauung eines Gegenstandes, zu gleicher Zeit eine Trennung desselben von den übrigen Gegenständen, und zugleich eine Anknüpfung desselben an andere Gegenstände vor sich geht u. s. w. —; eben so äußern sich an der vegetativen Action auch bloß rücksichtlich des Plasticismus, zu gleicher Zeit zwei entgegengesetzte Actionen, welche von einem Indifferenzpunkte ausgehen. Dieß bezieht sich auf die Richtungen in der plastischen Entwickelung der Wurzel, des Blüthenkeims und des Wurzelstocks sammt den Blättern, welche kein ausschließliches Streben äußern, in die Höhe zu wachsen.

Das Organische, welches von der untersten phytozoischen Formation an bis zum Menschen in ein einziges Bild zusammengefaßt, den Uebergang von der unbelebten Materie zum entfesselten Geist darstellt; äußert allemal zwei Bestrebungen von entgegengesetzter Art, nämlich nach selbstbedingter Formation und nach Anknüpfung an die übrige Körperwelt. Die Eiche erhebt sich kühn in die Lüfte, und kündigt dadurch, daß sie der Gravitation entgegen nach einem innern Typus ihre eigenthümlichen Formen schafft, ihre höhere Abkunft gegen die unbelebte Materie an; aber zu gleicher Zeit treibt sie kräftige Wurzeln in den Boden, klammert sich gleichsam in dem Verhältnisse als sie sich von ihm entfernt, um so fester an denselben, und äußert hierdurch ein erhöhtes Gefühl ihrer Abhängigkeit von dem Erdkörper. Eben so an unserm gefesselten Geiste; wir vermögen das Höhere nur durch die Metapher, nur durch die Form von Raum und Zeit zu fassen.

Die Pflanze kündigt das entgegengesetzte Streben nach selbstbedingter Bildung, und

nach Verknüpfung mit der übrigen Materie; sie kündigt dieses polare Streben deutlich durch die plastische Action in ihrer Entwicklung an. Denn ein Theil der Pflanze senkt sich in den Körper von dem sie ausgeht, und ein Theil entfernt sich von diesem Körper. Die cryptogamischen Gewächse, z. B. die Moose an Baumstämmen, an senkrechten Felsenwänden, üben während ihrer Entwicklung eine plastische Action aus, welche ein Streben andeutet, sich von jenem Körper zu entfernen, von dem sie unmittelbar ausgehen (z. B. die Moose an einem senkrechten Baumstamme wachsen horizontal hinaus, also nach einer Richtung, welche die zweckmäßigste ist um sich vom Baumstamme zu entfernen). Die vollkommnern Pflanzen hingegen treiben ihre Blüthenkeime nach einer Richtung, die senkrecht auf den Horizont steht; und wohl gemerkt, in jedem Falle ohne Rücksicht auf den einzelnen Körper, von dem die Pflanze ausgeht (z. B. die Bäume stehen auf den steilsten Abhängen senkrecht auf den Horizont, nicht senkrecht auf den Abhang. Der Mistel oder Vogelleim, der aus einem Aste von welch immer einer Lage hervorwächst, hat allemal eine Richtung gegen die Höhe, wenn gleich durch die Schwere der Stängel und Blätter hiebei zuweilen ein Herabbiegen erzwungen wird. Die crebris rubra in meinem vierten Versuche nahm in ihren Blüthen tragenden Theilen eine abnorme Richtung, bloß um dem Streben nach dem verticalen Hinauswachsen zu folgen). Fassen wir diese zweierlei vegetativen Tendenzen zusammen, welche beide ein Streben nach selbstbedingter Action darstellen, und folglich aus einem und demselben Principe hervorgehen; so entfaltet sich uns ein eigenes Gesetz, wornach dieses Streben in den verschiedenen Stufen der Organisation modifizirt wird. Ja! wir erblicken hier abermals, wie überhaupt bei dem philosophischen Eindringen in den Geist der Naturerscheinungen, eine Analogie, die sich auf eine überraschende Weise von selbst ergibt.

An der untersten Stufe der Vegetation bezieht sich das Streben nach Entfernung von der Basis bloß auf die unmittelbare Basis selbst, bloß auf den Standpunkt der Pflanze von dem sie ausgeht, unmittelbar (das Moos am Baumstamme erhält seine Richtung durch die Lage des Baumstammes). An der höhern Stufe der Vegetation bezieht sich das Streben nach Entfernung von der Basis nicht auf die unmittelbare Basis selbst, nicht auf den Standpunkt der Pflanze, von dem sie ausgeht, sondern auf den Erdplaneten überhaupt (die crebris rubra im IV. Versuche wuchs mit ihren Blüthen tragenden Theilen senkrecht auf den Horizont von unten hinauf, ob sie gleich auf ihren Standpunkt einseitig bezogen, von oben herab hätte wachsen sollen. Die Gerste wuchs im ersten und dritten Versuche mit ihrem Blüthenkeime senkrecht auf den Horizont von unten hinauf, obwohl der Blüthenkeim, wenn er von oben herab gewachsen wäre, nur drei Linien durch die Erde zu dringen gebraucht hätte, da er hingegen bei seinem Wachsen von unten hinauf 3 Zoll Erddicke zu durchlaufen hatte).

Eben so am Geiste. Mit schwächern unvollkommnern Geistesfähigkeiten begabt, vermag ein Wesen sich bloß auf ein dumpfes Gewahrwerden der Außendinge zu erstrecken, und alle Bilder eines solchen Geistes sind bloß vom einzelnen abhängig, ohne sich an ein Ganzes ursprüngliches anzuknüpfen. Der höhere Geist hingegen sieht in dem Einzelnen bloß die Anwendung des Allgemeinen, weiß alle einzelnen Wahrnehmungen auf eine Urquelle zurückzuführen; die Bilder, die dem Geiste hier vorschweben, sind nicht einzelne losgerissene Bruchstücke, sie sind vielmehr eine harmonische Combination, worin das Einzelne nach einem Gesetze der Continuität an einander gereihet, und folglich als dem Ganzen untergeordnet erscheint. Die unterste Stufe im geistigen Leben äußert eine Action nach dem Einzelnen, und jene ist wie dieses höchst abhängig und unstät; die höhere Stufe im geistigen Leben äußert eine Action nach dem Allgemeinen, und jene ist wie dieses höchst frei und unveränderlich. Die unterste Stufe im vegetativen Leben äußert (rücksichtlich ihrer plastischen) ein Streben nach Entfernung von ihrem unmittelbaren Standpunkte, und jenes Streben ist wie dieser Standpunkt, höchst zufällig und veränderlich. Die höhere Stufe im vegetativen Leben äußert (rücksichtlich ihrer plastischen Action) ein Streben nach Entfernung vom Mittelpunkte der Erde, sey auch ihr unmittelbarer Standpunkt wie immer beschaffen; und jenes Streben ist im Allgemeinen frei und unveränderlich.

Daß im vierten Versuche jene Blätter der Pflanze, welche nicht bestimmt sind, Blüthe zu tragen, kein Streben nach aufwärts zeigten, sondern vielmehr in ihrer Entwicklung (mehr von oben herab wachsend) ein Streben nach Entfernung von ihrem unmittelbaren Standpunkte äußerten, sich folglich wie cryptogamische Gewächse verhielten: dieß beweist uns, daß auch an den vollkommnern Pflanzen nicht alle Theile eines gleichen Adels theilhaftig sind, und daß wir, als die Vorzüglichsten, als jene in denen sich das vegetative Leben, als zu einer höhern Potenz gesteigert, manifestirt, wesentlich diejenigen annehmen müssen, welche das Saamentragen zum Zweck haben. In der That ist die Function der Saamenproduction der höchste Act des vegetativen Lebens; und so wie der Act der Zeugung am höher organisirten Thiere vom höchsten Grade der Lust begleitet ist, eben so ist der Act der Zeugung an der Pflanze, welche als niederes organisirtes Wesen keiner Bilder nach innen, sondern bloß nach Außen fähig ist, eben so ist jene höchste Function des vegetativen Lebens mit der Entwicklung des Schönsten, der höchsten Zierde der Pflanze, nämlich mit der Entfaltung der Blüthe verbunden. Denn wir wissen, daß zwischen der Entwicklung der Blüthe, und jener der Sexualtheile eine Sympathie bis zum Augenblicke der Befruchtung besteht, daß aber dann zwischen Blüthe und Saamen ein Antagonismus eintritt.

§. 299. Um den Gegenstand über das vegetative Streben noch weiter zu verfolgen, stellte ich im December 1816. folgenden Versuch an.

VI. Versuch.

Ich nahm eine messingene Kugel, etwa einen Zoll im Durchmesser, welche hohl war, und sich in zwei Hälften zerlegen ließ; überdieß war diese Kugel an ihrer Oberfläche mit nahe an einander stehenden kleinen Löchern versehen. Diese hohle Kugel ward mit Gartenerde gefüllt, und in dem Mittelpunkte der Kugel, (nämlich in die Mitte des in der Kugel eingeschlossenen Erdkügelchens) wurden einige Körner von Gartenkresse gesäet. Die Kugel ward an dem Zeiger einer Wanduhr dergestalt befestigt, daß sie beständig in Umdrehungsbewegung erhalten wurde, so daß es für die Pflanze weder ein Oben noch Unten gab. Die ganze Vorrichtung befand sich in einer mäßig geheizten Stube, und die Kugel wurde täglich mit Wasser benetzt, so daß die eingeschlossene Erde fortwährend feucht erhalten wurde.

Hier mußte nun entweder das Wachsen gar nicht erfolgen, oder es mußte nach mehreren entgegengesetzten Seiten zu gleicher Zeit vor sich gehen. Letzteres geschah; denn nach ungefähr 10 Tagen sah ich durch die Löcher der messingenen Kugel nach mehrern Seiten hin kleine grüne Keime hervorstechen; es bestand gleichsam ein Keimen, wie ein centrales Ausstrahlen aus dem Mittelpunkte der Kugel. Auch war es unmöglich, beym Oeffnen der Kugel die Keime und Wurzeln von einander zu sondern; alles war unter einander verfilzt, sowohl die Wurzeln als Keime strebten vom Centro aus nach der Peripherie der Kugel hin.

Als ich den Versuch zum zweitenmale machte, zog ich die Uhr nicht auf, wodurch die Kugel unabänderlich in einer und derselben Lage blieb. In diesem Falle geschah das Wachsen der Wurzeln herab, und das Wachsen der Keime hinauf; auch war es beim Oeffnen der Kugel leicht, die Pflanzen von einander zu sondern, da sie neben einander liegende Streifen bildeten. —

§. 300. Das Wachsen des organischen Körpers sowohl im Ganzen als in einzelnen Theilen hat seine bestimmten Gränzen. Gewisse Theile des Körpers, z. B. Nägel, Klauen, Schaalen, Haare, Blätter....., wachsen das ganze Leben hindurch, andere nur bis zu einem gewissen Alter. Merkwürdig sind hier die Erscheinungen der Sympathie und des Antagonismus unter den verschiedenerlei Theilen an einem und demselben organischen Körper; so erscheinen z. B. bei eintretender Mannbarkeit, Bart, Haare an den Schaamtheilen und Haare unter den Achseln zu gleicher Zeit; hingegen sterben die Blüthentheile allmählig ab, wie der Saamen sich entwickelt; eben so verwelkt das Blatt während der weitern Entwicklung jener Gemme, welcher es im ersten Entstehen dieser letztern zum Schutze diente u. s. w. Das Phänomen des Wachsens ist mit jenem der Reproduction verwandt; hier gilt die Regel, daß die Reproduction eines Theiles allemal auf Unkosten eines andern geschehe. Das Reproductionsvermögen ist im Allgemeinen bei

niedern Thiergattungen größer, als bei höhern; viele Zoophyten wachsen, nachdem sie pulverisirt worden. Die Reintegration verletzter Organe bezieht sich auf höchst interessante Erscheinungen, bei Pflanzen werden Einschnitte nicht wie bei Thieren wieder ausgefüllt, sie vernarben nie vollkommen; ein abgeschnittener Zweig ersetzt sich nicht wieder an derselben Stelle, sondern es entstehen hiedurch neue Zweige an andern Punkten, oder schon bestehende Zweige wachsen üppiger. Was den Wachsthum künstlich befördert, beschleunigt zugleich die Abnahme des lebenden Körpers.

§. 301. Die Pflanze kann bis auf einen gewissen Punkt bloß durch Einsaugung von Luft und Wasser gedeihen. Nicht so das Thier, das durch Ausathmen und Hautausdünstung an ponderablen Stoffen mehr verliert *) als es durch Einathmen und Hauteinsaugung erhält. Als Nahrungsmittel für Pflanzen, Zoophyten und Thiere taugen bloß vegetabilische und animalische Substanzen. Diese enthalten formlose Lebensmaterie (welche bloß dem Einflusse der lebloſen Natur preiß gegeben, zu Infusionsthieren, oder Schimmel und Bissus sich bilden würde) nebst ponderablen Stoffen der lebloſen Natur (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff .....). Die Lebensmaterie erhält durch den Organismus des die Nahrung in sich aufnehmenden organisirten Wesens, jene bestimmte Lebenstendenz, welche demselben entspricht, und wird hierdurch zum Materiale für die zu entwerfenden Lebensbilder. Die schon im organisirten Wesen aufgenommene Masse weckt in der (durch die Nahrung) neu hinzugekommenen Materie den Typus zur Lebensaction auf jenen Grad, welcher dem jedesmal zu entwerfenden Lebensbilde am organisirten Körper (nach dessen ursprünglichen Typus) entspricht.

Durch dieses Umstimmen des Typus zum Theil erschöpft, selbst herabgestimmt, nicht mehr die Lebensaction in jenem Grade ausübend, welcher erfordert wird um mit der Lebensaction der übrigen Masse in Harmonie zu stehen **), entweicht ein Theil der seit längerer Zeit im organisirten Wesen vorhandenen Masse aus diesem Organisationssysteme; und so übersehen wir denn die Phänomene der Ernährung, Assimilation und Ausscheidung. Was mit den Nahrungsmitteln in das organisirte Wesen gekommen ist, und noch zu roh, zu unbelebt ist, um assimilirt werden zu können, wird auf eine mehr mechanische Weise aus dem Systeme fortgeschaft, wie wir dieß an den Excrementen, am Harne wahrnehmen. Es ist wahrscheinlich, daß Kohlenstoff, Eisen, Kieselerde, Bittererde, Thonerde,

*) Zu einer vollkommenen Saamenerzeugung, als der energischsten Aeußerung des vegetativen Lebens muß auch die Pflanze kräftige Nahrung (Kohlenstoffhaltige) haben.

**) Dieß bezieht sich ganz auf dieselben Ansichten, welche ich im Artikel Chemismus aufgestellt habe; dort war von der Harmonie der chemischen Actionen die Rede; hier wird von der Harmonie der organischen Actionen gesprochen.

in Thieren und Pflanzen erzeugt werden, ohne schon als solche in den Nahrungsmitteln enthalten zu seyn.

§. 302. Die belebten Flüssigkeiten bewegen sich im lebenden Körper vermöge einer innern Kraft (nicht etwa nach Gesetzen der Hydraulik und Capillarattraction), und gehen vermöge desselben innern Princips aus einer Materie in die andere über (nicht etwa nach den Gesetzen der Chemie); so verwandelt sich Blut in Speichel, Galle, Saamen ..... Nur jene Materien, die keine Vitalität besitzen, und bloß bestimmt sind, aus dem Organismus zu treten, z. B. Haare, Excremente, werden mehr nach den Gesetzen der Mechanik bewegt, und nach den Gesetzen der Chemie gebildet.

§. 303. Die Ausübung der Lebensfunctionen hängt bei Pflanzen vorzüglich vom Einflusse des Lichts ab, bei Thieren vorzüglich vom Einflusse des Nervensystems.

§. 304. Die Lebenserscheinungen, sowohl am einzelnen Individuo, als am lebenden Organismus der ganzen Natur (wobei die einzelnen lebenden Individuen unter einander in dynamischer Relation stehen), führen auf das Daseyn eines Lebensprincips, eines Bildungstriebs, den ein gewisser Grad von Unabhängigkeit von äußern Einflüssen, von Selbstbestimmung zur Wirksamkeit, ein Analogon von Spontaneität (die Fähigkeit einer klugen Auswahl der Mittel zur möglichsten Erreichung des Lebenszweckes, im Kampfe gegen äußere Einwirkungen) zugeschrieben werden muß. So bemerken wir an Mißgeburten, daß sie im Innern so zweckmäßig organisirt sind, als es der Grad der äußern Difformität nur immer zuläßt. So sehen wir die Pflanzen unter den ungünstigsten äußern Umständen zur Hervorbringung kräftiger Saamen, mit Hintansetzung der übrigen Lebensfunctionen (hier zeigt sich das Streben, zum wenigsten den Typus einer einsinnaligen vollkommenen Lebensentwicklung nicht zu verlieren), eilen, wovaus der Zweck, wenigstens das Geschlecht zu erhalten, deutlich hervorleuchtet.

Die Urquelle des Lebens, die Tendenz aller Wirksamkeit von Seite des Lebensprincips sind von äußern Einflüssen unabhängig; allein die wirklichen Lebenserscheinungen, die Resultate des Streites zwischen dem Lebensprincip und den äußern Einwirkungen auf die entworfenen Lebensbilder, die Resultate der Wechselwirkung zwischen erregbaren und erregenden Potenzen, sind von äußern Einflüssen abhängig.

§. 305. Bei der unaufhörlichen Ortsveränderung, Umwandlung, Ausscheidung aller Theile im lebenden Individuo erhält sich das Lebensbild in seinem Normalzustande durch beständigen Ersatz der verschwindenden Theile. Dieser Ersatz geschieht bei Thieren aus dem Blute, das in den mancherlei Organen die entsprechenden Umwandlungen erleidet. Diese Umwandlungen sind das combinirte Resultat des Lebensprincips, und nicht etwa unmittelbare Resultate der Beschaffenheit dieser Organe. Das Lebensprincip schuf und entwickelte vielmehr diese Organe bloß als Werkzeuge einzelner Functionen, welche insgesammt

Digitized by Google

einer combinirten Function (dem Leben des Thieres) entsprechen. Als Beweise dieser Behauptung dienen uns die mancherlei sich ergebende Metastasen; so bildet sich z. B. Milch in Krankheiten außerhalb den Brüsten, Galle außerhalb der Leber.

Das vornehmste Substrat der bildenden Kraft in der lebenden Natur ist der Eiweißstoff. Wichtig beym Lebensprocesse scheint auch noch der Phosphor.

§. 306. Jene thierischen und vegetabilischen Substanzen, worinn sich die bildende Kraft äußert, sind der Fäulniß fähig, während derselben vermag die bildende Kraft ungebunden zu wirken; es entstehen Infusionsthiere, Schimmel, ꝛc. Diese Thätigkeit tritt bei zuckerhaltigen Substanzen erst nach der weinigen und sauern Gährung ein, während welchen Gährungen der Sauerstoff absorbirt, Kohlensäure entwickelt wird (ein Proceß der im lebenden Körper das ganze Leben hindurch fortdauert).

b. Organismus an der Pflanze insbesondere.

§. 307. Die Pflanzenfasern sind saftführende Gefäße, sie sind vorzüglich im Baste ausgebildet, und müssen nicht mit dem Zellengewebe verwechselt werden. Das Mark ist ein saftleeres Zellgewebe. Unmittelbar unter der Oberhaut folgt das Zellgewebe, nach diesem kommen erst die Fasern und großen Gefäße. Die Bildung des Zellgewebes nähert sich um so mehr der ursprünglichen, blasenförmigen, je näher dieses der Oberhaut ist. Die großen Gefäße sind immer von Fasern und von cylindrischem in vertikalen Reihen geordnetem Zellgewebe umgeben, sie bilden mit diesen Theilen Bündel, die im Stamme, in der Wurzel und in den Aesten der Länge nach fortlaufen.

Die Wurzeln und Blätter sind Hauptorgane der Ernährung und Ausscheidung.

Die Einsaugung wässerigter und gasförmiger Materien geschieht vorzüglich im Dunkeln, hingegen deren Ausdünstung (vorzüglich durch die Blätter) unter einem stärkern Lichteinflusse.

Die Pflanzensäfte werden im ganzen Halbkörper, vorzüglich in den Gefäßen geleitet; diese Leitung erfolgt nicht durch Capillarattraction, sondern durch eine eigene organische Kraft. Der Umlauf der Säfte geht bei den Pflanzen nicht so regelmäßig vor sich, wie bei den Thieren; der Trieb der Pflanzensäfte ist immer dahin gerichtet, wo äußere Potenzen am kräftigsten einwirken. Die Bewegung der Pflanzensäfte wird durch Licht und Wärme wesentlich modifizirt. Bei unsern baumartigen Gewächsen tritt das Aufsteigen des Saftes im Frühjahre ein, das Absteigen hingegen am Ende des Sommers. Während jener erstern Periode treiben die Pflanzen vorzüglich ins Laub, während der letztern mehr in die Wurzeln. Gewächse, die im Dunkeln aufwachsen, treiben mehr in die Höhe als in die Wurzeln, und umgekehrt; jedoch treibt jede Pflanze im Anfange ihres Entste-

hens vorzüglich in die Wurzeln. Das Niedersteigen des Pflanzensafts geschieht vorzüglich in den dünnen Bastfasern, das Aufsteigen mehr vorzüglich in den großen Gefäßen (besonders Spiralgefäßen) nahe am Marke; daher geht das Niedersteigen viel langsamer vor sich, als das Aufsteigen, und hieraus erklärt sich, warum das Begießen der Blätter weniger wirksam, als das Begießen der Wurzeln sey.

Priestley, Ingenhouß, Saussure, Senebier und mehrere Andere haben mancherlei Versuche über das Absorbiren und Erzeugen von Gasarten durch die Pflanzen bei verschiedenem Lichteinflusse in verschiedenen Medien angestellt; aus alle dem lassen sich aber keine bestimmten Gesetze angeben *).

Der aus dem Boden mittelst der Wurzelfasern eingesogene Nahrungssaft übergeht in die Spiralgefäße. Die punktirten Gefäße oder Treppengänge leiten die Säfte in der Holzschicht nahe an der Rinde; hingegen die Spiralgefäße näher am Marke. Der Saft kann aus den Gefäßen in die anliegenden Zellen nur mittelst eines eigenen Durchschwitzens übergehen (vielleicht so wie am galvanischen Apparate die negativ elektrische Substanz an dem Oxygenpol übertritt, wie sie auch in einer Schweinsblase eingeschlossen ist). Der Saft kann sich zwar nicht bloß in saftführenden Gefäßen, sondern auch im Zellgewebe fortbewegen, aber die Gefäße beschleunigen diese Bewegung; auch haben Mooſe und völlig untergetauchte Pflanzen, wo der Saft keine weiten Wege zu machen hat, keine Gefäße, sondern bloß Zellgewebe.

§. 308. Der eingesogene Saft erleidet seine erste Zubereitung in den Spiralgefäßen, wo er wahrscheinlich mit Luftbläschen in Berührung kommt; die weitere Zubereitung erhält er in den Zellen, welche als Glandeln zu betrachten sind, die den Saft bereiten und aufbewahren; die letzte Vollendung endlich wird ihm in den Zellengängen ertheilt.

Der gefärbte Saft der Pflanzen z. B. der Milchsaft, sammelt sich in eigenen Aushöhlungen zwischen den Zellen, welche Aushöhlungen aber nicht mit den Zellengängen zu verwechseln sind. Beim Verletzen einer solchen mit gefärbten Safte gefüllten Aushölung erfolgt mittelst einer mit Receptivität verbundenen Contraction, das Entweichen eines Theils dieses Saftes, nie aber zeigt sich hier etwas, das sich mit der Verblutung beim Thiere vergleichen ließe. Der gefärbte Saft ist im Allgemeinen kein wesentlicher Bestandtheil der Pflanze, indem er sich weder in allen Pflanzen, noch in einerlei Pflanze zu allen Perioden vorfindet, nach Mirbels Behauptung.

Zwischen den Zellen finden sich häufig ganz eigene Lücken, welche Luft enthalten; sie erscheinen aber so zufällig, daß sie nicht als eigenthümliche Luftbehälter betrachtet werden können.

---

*) H. Davy Agriculturchemie. Treviranus Biologie. Link Physiologie und Anatomie der Pflanzen.

Digitized by Google

Es ist nicht entschieden, ob die Pflanzen eigentliche Luftgefäße besitzen, oder ob sie ganz von Luft durchdrungen werden. Den größten Antheil von Luft findet man an der Rinde, den kleinsten am Marke.

§. 309. Die Spiralgefäße legen den Grund zu neuen Trieben der Pflanze, indem sie sich an bestimmten Stellen zu Bündeln sammeln. Pflanzen, denen die Spiralgefäße mangeln, haben nur sehr beschränkte und unregelmäßige Verästelungen.

§. 310. Die epidermis der Pflanzen besteht aus den obern Wänden der Zellen, nach Hedwig, Sprengel, Humbold. Die Spaltöffnungen sind kleine längliche Oeffnungen der Oberhaut, die sich nach Umständen vergrößern oder verkleinern. Sie mögen als Einsaugungsorgane für Wasserdämpfe aus der Atmosphäre, vielleicht auch als Excretionsorgane dienen. Die Wasserpflanzen besitzen keine Spaltöffnungen an den untergetauchten Theilen; sie fehlen durchaus den Wurzeln, werden aber am häufigsten an der untern Seite der Blätter gefunden; überhaupt besitzen die der Luft ausgesetzten grünen nicht zu dichten Theile die meisten Spaltöffnungen. Die Papillen werden durch jene Zellen der Oberfläche gebildet, welche vom häufigen Safte strotzend, sich über die Oberfläche erheben; ihre Function ist Einsaugung des Saftes; sie werden am häufigsten am Stigma und an den Spitzen der Wurzeln gefunden. Die Haare der Pflanzen mögen Excretionsorgane seyn, und als Schutz des Saamens, ... dienen.

§. 311. Es scheint, daß man folgendes Gesetz aufstellen dürfe: Beim Durchgange der Säfte durch die Zellen und während deren Aufbewahrung in denselben besteht entweder eine Desoxydation, oder eine Oxydation, je nachdem das vegetative Leben im Zunehmen und potenzirt, oder im Abnehmen und abgespannt ist; z. B. bey Licht oder Finsterniß, ferner beim Heranwachsen bis zur Befruchtung, oder beim Welken und Reifen.

§. 312. Das Sonnenlicht wirkt während der Vegetation vorzüglich auf die Entwickelung des brennbaren Stoffs (Kohlenstoff, Wasserstoff). Im Dunkel gewachsene Pflanzen sind wässerig, zuckerartig, im Lichte gewachsene Pflanzen mehr öhlig und harzig; bei erstern prädominirt der Sauerstoff, bei letztern der brennbare Stoff, erstere sind von blasser Farbe (keine Absorbtion des Lichts); letztere hingegen von dunkler Farbe (Absorbtion des Lichts); wie wir dieß schon weitläufiger im Artikel Imponderabilismus vorgetragen haben.

Die Wärme wirkt vorzüglich auf den Verlängerungstrieb der Pflanze, ohne den tonus zu vermehren. In heißen Gewächshäusern schießen die Pflanzen lange Schossen, aber diese sind schwach, ohne Farbe und Geruch, so lange ihnen das Licht mangelt. Die Kälte schadet der Pflanze nicht so sehr darum, weil ihre Flüssigkeiten frieren, als vielmehr weil sie auf die Lebensthätigkeit wirkt; viele Pflanzen erfrieren, wenn das Thermometer noch einige

Grade über den Gefrierpunkt steht; vorzüglich schadet hier jede plötzliche Aenderung der Reitze.

Die Divergenz der Gefäße oder des Bastes, welche die Veranlassung zu neuern Theilen ist, wird besonders durch reichliche Nahrung verursacht. Sie ist, gleich der Richtung des Stammes; und der Trieb dahin gehört zu den mannigfaltigen Bildungstrieben der Pflanzen; durch ihn bahnt sich die Natur, so zu sagen, den Weg zu ganz neuen Bildungen.

§. 313. Die Wurzel muß nicht mit dem Wurzelstocke verwechselt werden; auch ist hier die Pfahlwurzel von den Zaserwurzeln zu unterscheiden. Die Wurzel besitzt im Allgemeinen kein Mark. Die Lage der Wurzeläste ist unbestimmt; in lockerer, magerer Erde, schießt die Wurzel mehr gerade unzertheilt nieder; Dünger macht sie zackig; da wo die Erde angedrückt ist, entstehen die meisten Zasern; das Abschneiden der Hauptwurzel, die Hemmung des Haupttriebes befördern das Hervortreiben der Aeste. Die Wurzeln der Pflanzen sind in beständiger Veränderung begriffen; Zasern und Aeste sterben ab, andere wachsen zu.

Der Wurzelstock, welcher sich zwischen der Wurzel und dem Stamme befindet, hat die Tendenz nach allen Seiten zu wachsen; hier durchlaufen Bündeln von Spiralgefäßen das Zellgewebe nach unbestimmten Richtungen; bloß die perennirenden Pflanzen besitzen einen eigentlichen Wurzelstock.

§. 314. Das Wachsen des Stammes scheint folgendermaßen vor sich zu gehen. Bei den Monocotyledonen verlängern und erweitern sich nicht allein die Theile, sondern es entstehen neue zwischen den alten, Zellen zwischen Zellen, Gefäße zwischen Gefäßen; bei den Dycotyledonen ist es der Bast, welcher vorzüglich anwächst, und sich zwischen das Parenchym einschiebt, eben so schiebt sich stellenweise Bast zwischen Bast ein, wodurch die abwechselnden Dichtigkeiten des Bastes entstehen; das Holz bildet endlich einen zusammenhängenden Ring, und schließt das Mark ein; indem von Zeit zu Zeit neue Gefäßbündel entstehen, wird das Mark allmählig vermindert; so entstehen die Jahrringe. Es ist nicht entschieden, ob das junge Holz sich zwischen Holz und Rinde bilde, oder ob sich die Rinde in Holz verwandle; eben so wenig wissen wir, ob die kleinern, dickern, härtern Jahrringe todt, oder ob sie belebt sind, und beständig fortwachsen *); nur so viel scheint gewiß, daß bloß die Dycotyledonen Holzringe bilden.

Aus dem Stamme wachsen Aeste hervor, von diesen laufen wieder andere Aeste und Zweige aus. Wo immer ein Ast entsteht, da bildet sich ein Knoten; die Holzbündeln

*) Vieles hat über diesen Gegenstand vorzüglich Duhamel versucht.

gehen hier aus einander, biegen sich seitwärts und dringen in den Ast hervor, auch das Mark setzt sich aus dem Stamme in den Ast fort. Die Verästelung dauert bis zum Eintritte der Blüthenzeit, die letzten Aeste, welche bloß Blüthen und keine Blätter tragen, heißen Blüthenstiele, und unterscheiden sich hiedurch von den Blattstielen. Der Ast bricht allemal mit der Spitze in einem zusammengezogenen Zustande hervor, und heißt in diesem Zustande Gemme, Auge; gewöhnlich enthält eine solche Gemme schon unentwickelte Blätter oder blattförmige Theile, auch wohl Blüthen; wenn das Auge in dem Jahre vor der Entwicklung erscheint, und wenn die Blätter mit andern Theilen darin genau zusammengeschlagen liegen, so nennt man dasselbe eine Knospe. Wenn man ein solches Auge von der Mutterpflanze trennt, und es gleich dem abgeschnittenen Aste in die Erde oder auf das äußere Holz anderer verwandten Arten pflanzt, so entwickelt sich dieß Auge fort; nimmt aber im letzten Falle die Natur jener Pflanze an, auf welche es verpflanzt wurde. Es gibt Pflanzen, die sich durch Gemmen selbst fortpflanzen, indem diese beim Verwelken des ganzen Stamms in die Erde kommen und dort Wurzeln treiben; die Gemme sowohl als der Ast lassen sich als besondere Pflanze betrachten, welche zwar auf dem Mutterstamme gewachsen, aber mit einem eigenen Leben begabt sind.

§. 315. Stauden, oder prodominirende Pflanzen heißen solche, bei welchen die Stämme jährlich absterben, und wobei jährlich wieder neue Stämme aus der Wurzel getrieben werden. Sträucher werden jene genannt, wobei der Stamm sich im ersten Jahre entwickelt, und wo die Gemmen und Blüthen erst späterhin eintreten. Was bei der Staude am Wurzelstocke geschieht, erfolgt beim Strauche an den Blüthenstielen. Zweijährige Pflanzen sind jene, wo sich der Stamm nicht völlig im ersten Jahre entwickelt. Unter jährigen Pflanzen versteht man solche, bei denen schon im ersten Jahre Blüthe, Saamen und Tod eintreten.

§. 316. Die ächte Zwiebel ist eine Gemme mit Blättern auf dem breiten Wurzelstocke; hingegen enthält die unächte die Gemmen oder eigentlichen Zwiebeln für den Trieb des künftigen Jahres.

Die Knolle ist eine von der Mutterpflanze sich trennende Anhäufung von Zellengewebe, worin Bündel von Gefäßen in mannigfaltigen Richtungen zerstreut liegen; wo sich diese Gefäße sammeln, dort entspringt allemal eine Gemme, wovon eine Knolle oft mehrere enthält.

Die Blüthenaugen entspringen mehr nach dem Ende eines Astes hin, als die Blätteraugen.

§. 317. Das Mark übergeht aus dem Stamme nie in den Blattstiel. Das Blatt besteht aus Holzbündeln (Blattnerven), und dem dazwischen verbreiteten Parenchym; eine Braktee heißt jedes Blatt, wenn es sich in der Form von den übrigen Blättern unter-

scheidet. Die Function der Blätter bezieht sich vorzüglich auf Ausdünstung, Einsaugung, Ausschwitzen verschiedener Flüssigkeiten, Aufbewahren der Säfte, als Vorläufer der Aeste und des Stammes dienen sie diesen jungen Theilen als Zuleiter des Nahrungssaftes.

§. 318. Zu der Blüthe gehören die Geschlechtstheile, und alles was mit ihnen dieselbe Gemme oder Ramification ausmacht.

Die Blüthe sitzt auf dem Blüthenstiele, ist aber früher vorhanden als dieser; da wo sie entspringt, erweitert sich der Blüthenstiel (wie der Stamm, wenn er eine Gemme treibt), diese Erweiterung des Blüthenstiels ist der Blüthenboden; die Rinde des Blüthenstiels vergrößert sich, die äußern Holzbündel trennen sich von einander, biegen sich seitwärts und laufen zur äußern Blüthenhülle oder zum Kelche; aus diesem, nachdem sie sich seitwärts gebogen haben, entspringen andere, oder sind jenen gleichsam eingeimpft, welche zu der Blume und den Staubfäden laufen; unter derselben und früher, da, wo die äußern sich seitwärts lenken, gehen Holzbündel gerade zum Innern des Fruchtknotens oder zum Saamen über, und schicken oft ein Nebenbündel in die äußern Theile der Frucht (der Fruchtknoten ist oft schwer vom Kelche zu unterscheiden). Der Kelch macht die äußere, die Blume die innere Hülle, der Blüthe aus; vielen Blüthen fehlt jedoch die Blume gänzlich.

Die Staubfäden (stamina) sind die männlichen Geschlechtstheile, sie bestehen aus dem Träger, Staubbeutel, Blüthenstaube. Die Staubwege (pistilla) sind die weiblichen Geschlechtstheile, und befinden sich gewöhnlich auf dem Fruchtknoten (germen); sie bestehen aus fadenförmigen Griffeln, welche die mit Papillen besetzten Narben (stigma) tragen; zuweilen stehen die Pistillen geradezu auf dem Blüthenstiel, und haben einen Fruchtknoten um sich liegen.

Der Blüthenstaub fällt aus dem Staubbeutel in die Narbe, und hängt sich an deren klebrige Papillen, wodurch die Befruchtung bewirkt wird. Wir wissen nicht, ob diese Befruchtung dadurch geschieht, daß (nach Cölreuten) aus dem Blüthenstaube ein befruchtender Saft ausschwitzt, und zu dem Saamen von Zelle zu Zelle durch das Parenchym in der Mitte des Griffels dringt; oder ob hier nicht eine bloß dynamische Wechselwirkung die Befruchtung zum Resultate hat.

Bekanntlich sind die männlichen und weiblichen Geschlechtstheile theils in einerlei Blüthe vereinigt, theils in verschiedenerlei Blüthen, ja wohl auf verschiedenen Pflanzen vertheilt.

Witterung und Gewohnheit bestimmen bei jeder Pflanze die Zeit, wo ihre Blüthen aufbrechen. Die Blüthezeit ist jene Periode, während welcher alle Theile der Blüthe sich entwickeln. Die Befruchtung fällt in die Blüthenzeit; nach jener stirbt, während dem

Digitized by Google

Entwickeln des Saamens, die Blüthe allmählig ab (so wie das Blatt abfällt, wenn die Gemme anfängt sich zu entwickeln).

Merkwürdig ist das nach bestimmten Perioden erfolgende Oeffnen und Schließen der Blüthen.

Bei vielen Gewächsen geschieht die Fortpflanzung ohne Befruchtung, durch Zwiebel, Knollen und andere Gemmen.

§. 319. Der Saame ist an der Pflanze das, was das Ei beim Thiere; er enthält den Embryo, woraus sich die künftige Pflanze entwickelt.

Während seiner ersten Bildung ist er mit der Mutterpflanze durch eine eigene Nabelschnur verbunden, und zu seinem Schutze, ist er mit dem Pericarpium umgeben. Das um den Keim befindliche Albumen besteht aus Parenchym, Stärkmehl und Schleim; es verwandelt sich nach dem Ausfallen des Saamens, während dem Keimen, zum Theil in Zucker und dient dem jungen Embryo zur ersten Nahrung; bei diesem Vegetationsprocesse wird Sauerstoff aus der Atmosphäre absorbirt.

Die aus dem Saamen aufkeimende Pflanze entwickelt zuerst das Parenchym, dann den Bast, und endlich die Gefäße.

Der Saamen ist nicht ein Theil des Gewächses, ungeachtet er, theils ehemals als Foetus, demselben angehörte, theils auch durch seine unvollständigeren, einfachern Formen in einen solchen übergeht, sondern er ist ein von ihm gesonderter, nur in dynamischen Verhältnissen abhängiger, eines eigenen Lebens, einer eigenen Entwicklung genießender, eigenen Gesetzen und Perioden folgender Körper; er ist weder ein Theil der Mutterpflanze, aus welcher er entwickelt wurde, noch ein Theil des künftigen aus ihm hervorgehenden Gewächses, sondern das Mittel zwischen beiden, ein besonderer einfacher Zustand einer und derselben Pflanze.

Nicht alle Pflanzen haben Blüthen und Saamen; die erste Ahndung gleichsam, wenn nicht von Blüthen, wenigstens von Früchten, Keimbehältern, findet sich bei den Lichenen und im flüssigen Medium, schon in höherer Form, wie es scheint, bei den Tangen.

Der Embryo besteht aus dem Centrum vegetationis (Punctum saliens, Punctum essentiale), und einerseits dem Wurzelkeime, andererseits dem licht- oder Blüthenkeime; der Cotyledon ist das dienende Organ des punctum essentiale, so wie das Perisperma das dienende Organ des Cotyledon ist; daher besteht rücksichtlich der Entwicklung dieser Theile ein ähnlicher Antagonismus, als zwischen Saame und Blüthe.

Ueber die Anzahl der Cotyledonen an den Saamen, ist man noch nicht recht einig; nach Wildenow sind alle Gewächse Dycotyledonen; Salisbury betrachtet die Monocotyledonen als Acotyledonen.

§. 320. Ueber die chemischen Bestandtheile der Pflanzenkörper mag folgendes kurz

angeführt werden *): Junge Pflanzen liefern mehr Kali als alte; gewaschene Theile, weniger als ungewaschene (ein Beweiß von der Präexistenz des Kali). Phosphorsaure Kalk- oder Talkerde kömmt häufig in der Asche der Pflanzen vor. Die Saamen enthalten viel phosphorsaures Kali und wenig kohlensauren Kalk. Aus alten Stämmen erhält man durch chemische Analyse, viel kohlensauren Kalk und wenig phosphorsaures Kali. Der Splint liefert mehr phosphorsauren Kalk als das Holz, und dieses mehr als die Rinde. Die Rinde enthält mehr kohlensauren Kalk als das Holz, das Holz mehr als der Splint.

Kieselerde findet sich in alten Pflanzen häufiger als in jungen, auch häufiger in den Blättern, als in den Stämmen. Der Gehalt an Eisen- und Manganoxyd nimmt mit dem Wachsthume der Pflanzen zu, die Blätter enthalten dessen mehr im Herbst als im Sommer.

§. 321. Von der physischen und geographischen Verbreitung der Pflanzen wurde schon weiter oben gesprochen. Die heiße Zone gewährt eine reiche Entwicklung vorzüglich an Monocotyledonen, in den gemäßigten Zonen hingegen gedeihen wesentlich die Dycotyledonen; jedoch entscheidet hier nicht bloß die geographische Breite, und vorzüglich merkwürdig ist in dieser Rücksicht die Verschiedenheit, welche die nördliche und südliche Hemisphäre zeigen. Die verschiedene physische Lage äußert bei einer und derselben Pflanze ihren Einfluß vorzüglich an deren Habitus.

c. Organismus an Zoophyten und Phytozoen insbesondere.

§. 322. Bei den vollkommenern Pflanzen und noch weit mehr bei den vollkommenern Thieren besteht unter den einzelnen Theilen eines und desselben Individuums ein so inniger Zusammenhang, eine so augenscheinliche Wechselwirkung, daß jeder Theil für das Ganze, und umgekehrt das Ganze für jeden Theil geschaffen zu seyn scheinen. Ganz anders erscheint in dieser Hinsicht das Crystallinische, worin sich eine bloße Aggregation der Theile, ohne wechselseitige Bestimmung derselben unter einander, bemerken läßt; hier besteht kein anderer Zusammenhang, als höchstens nur in der Hinsicht, daß alle Theile zusammen genommen, bestimmte geometrische Figuren plastisch darstellen. Die Zoophyten und Phytozoen verhalten sich rücksichtlich der wechselseitigen Relation der Theile unter einander an einerlei Individuo, als ein Mittelding zwischen Thieren und Pflanzen und zwischen dem Crystallinischen, so wie sie überhaupt das Verbindungsglied zwischem dem Anorganischen, und zwischen dem höher Organisirten ausmachen.

*) Link Physiologie und Anatomie der Pflanzen.

§. 323. Bei den Zoophyten, ohne Herz und Circulationsgefäße geschieht die Ernährung bloß durch eine unmittelbare Einsaugung des Nahrungssaftes aus der Bauchhöhle ins gallertartige Parenchyma.

Die Zoophyten und Phytozoen gedeihen vorzüglich in feuchten, wenig beleuchteten Gegenden; haben aber übrigens eine sehr ausgedehnte physische und geographische Ausbreitung. Dabei kommen sie unter verschiedenen Umständen sehr verschiedentlich geartet vor, da sie überhaupt der Ausartung sehr unterworfen sind; sie tragen in dieser letzten Hinsicht das Gepräge der formlosen Lebensmaterie an sich, und stehen rücksichtlich der Individualität und energischen Selbstbedingung in der Lebensaction, weit hinter den vollkommenern Thieren und Pflanzen.

d. Organismus am Thiere insbesondre.

§. 324. Der Organismus äußert sich am Thiere, in seiner höchsten Fülle; jedoch besteht auch hier eine Gradation in der Organisation, wobei die untersten Glieder so nahe mit dem bloß Crystallinischen zusammenhängen, einen so geringen Grad von Vitalität äußern, daß es schwer wird, hier die Gränzen anzugeben, wo das Animalische sich vom Crystallinischen sondert.

Gehirn, Rückenmark, Nerven, Ganglien, kommen bloß dem Thiere zu; und an diesen Theilen äußert sich der Anatomismus und Plasticismus auf eine sehr bestimmte und gesetzmäßige Weise. Aus den quantitativen Verhältnissen dieser Theile gegen einander lassen sich die Grundzüge zu einer Gradation in der Organisation entwerfen.

Die Größe des Gehirns nimmt zur Dicke der Nerven allmählig ab, zugleich die Größe der Nervenknoten zu, je weiter man vom Menschen zum Wurme hinabsteigt.

Die Blutmasse verhältnißmäßig zur Masse des ganzen Körpers nimmt ab, je mehr sich das Thier vom Menschen entfernt, dem Wurme nähert.

Die im Gehirn circulirende Blutmasse ist verhältnißmäßig zur ganzen Blutmasse größer beim Menschen, den Säugthieren und Vögeln, als bei den niedern Thierklassen.

Die Größe des Herzens steht in geradem Verhältniß mit der Menge des Blutes, mit der Anzahl heterogener Organe, mit der Größe des Gehirns, aber im umgekehrten Verhältnisse mit der Dicke der Nerven und Ganglien *).

§. 325. Ein Thier kann einen Sinn besitzen, ohne jenes Sinneswerkzeug zu besitzen, welches dem besagten Sinne am menschlichen Körper entspricht; und umgekehrt. So verrathen z. B. mehrere Insecten einen sehr scharfen Geruch, ohne einen Theil zu besitzen,

*) Treviranus Biologie.....

der als Naſe betrachtet werden könnte; andererſeits beſitzt der Ameiſenbär eine Zunge, die (ihrem Baue nach) unmöglich als Organ des Geſchmacks dienen kann *).

§. 326. Höchſt merkwürdig und dabei ganz unerklärlich, ſind die unaufhörlich fortgehenden unwillkührlichen Bewegungen an den verſchiedenen Theilen des Thieres.

§. 327. Die Lunge ſcheint ſich rückſichtlich ihrer Bewegung beim Athmen nicht bloß paſſiv zu verhalten, wie dieß mehrere an Leichen angeſtellte Verſuche beweiſen; wenn man auch hier durch Einblaſen von Luft ein künſtliches Athmen hervorzubringen vermochte, ſo war dieß bloß mechaniſche Athmen von dem vitalen gar ſehr verſchieden, da bei dieſem künſtlichen Athmen der Leichnam erkaltete. Wie eigentlich die atmoſphäriſche Luft als Kohlenſäure und Stickgas beim Ausathmen erſcheint, läßt ſich noch nicht wohl erklären, was auch immer hierüber geſagt worden ſeyn mag **).

Der Foetus im Ei und in Mutterleibe athmet nicht, und tritt bei ſeinem erſten Athemzuge in ein ganz neues Leben.

Die Fiſche, mehrere Moluſken und Cruſtaceen athmen ſtatt Luft Waſſer aus und ein; und zwar geſchieht hier das Einathmen durch den Mund, das Ausathmen durch die Kiemen. Die Inſecten athmen nicht durch den Mund, und die Reſpirationswerkzeuge ſind hier von ſehr verſchiedener Art; bei vielen Inſecten geht das Athmen anders an der Larve, anders am ausgebildeten Inſecte vor ſich.

Es beſteht bei den verſchiedenen Thiergattungen kein beſtimmtes Verhältniß zwiſchen dem abſorbirten Sauerſtoffe und der entbundenen Kohlenſäure; nur ſo viel ſcheint gewiß, daß die Thiere der höhern Klaſſe eine ſtärkere Einwirkung auf das Sauerſtoffgas äußern, als die Thiere der niedern Klaſſe; zugleich ertragen erſtere die Reſpiration der Kohlenſäure weit weniger als letztere.

Licht und Dunkelheit wirken auf die Abſorption des Sauerſtoffs, und auf deſſen Umwandlung in Kohlenſäure beinahe gar nicht, und hiedurch unterſcheiden ſich die Thiere weſentlich von den Pflanzen.

Ob die höhere Röthe des Blutes der Lungenvenen und der aus der Aorta entſpringenden Arterien, als des Blutes der Lungenarterien, von einem höhern Oxydationsgrade herrühre, iſt nicht entſchieden; jedoch ſcheint es ausgemacht, daß jener Unterſchied um ſo größer ſey, je mehr Sauerſtoff durchs Athmen abſorbirt wird.

Aus den beobachteten Erſcheinungen nach dem Durchſchneiden des Stimmnervens, nämlich aus dem hierdurch erſchwerten Athmen, dem Dunkelwerden des Blutes u. ſ. w.

---

*) Blumenbachs vergleichende Anatomie.

**) Verſuche hierüber haben vorzüglich Allen, Pepi, Provenſal, Humboldt ..... angeſtellt.

läßt sich muthmaßen, daß überhaupt das Nervensystem, namentlich aber der Stimmnerve auf die Function des Athmens einen verschiedenen Einfluß behaupten. Neuere Versuche haben gezeigt, daß jede Trennung des Gehirns vom Rückenmark, ja selbst jede Affizirung des Gehirns sehr merklich aufs Athmen einwirken, so, daß man das Gehirn als das Princip des vitalen Athmens, und hiedurch, des mit thierischer Wärme begleiteten allgemeinen Blutumlaufs betrachten kann.

H. Davy hat sehr interessante Versuche über das Ein- und Ausathmen verschiedener Gasarten sowohl in chemischer als physiologischer Hinsicht angestellt, mit vorzüglicher Rücksicht auf das oxydirte Stickgas.

Noch verdienen hier folgende Bemerkungen von Prout und Brodie kurz angeführt zu werden *). Beim Tage wird durchs Athmen mehr Kohlensäure als des Nachts erzeugt. Nach Ausathmung von Kohlensäure über den Normalstand folgt Ausathmung von Kohlensäure unter dem Normalstande. Geistige Getränke, Thee, Opium vermindern die Ausathmung von Kohlensäure; eben so der Schlaf, herabstimmende Leidenschaften.....; dieß Alles erklärt sich aus dem Einflusse vorzüglich des Gehirns, aber auch der Nerven aufs Athmen. So wie das Gehirn und die Nerven aufs Athmen wirken, so äußert umgekehrt das Athmen seinen Einfluß auf die Action des Gehirns und der Nerven, wie sich dieß aus den Erscheinungen darthut, von welchen das Athmen verschiedener Gasarten begleitet wird. Der Einfluß des Gehirns scheint nicht unmittelbar nöthig zur Wirkung des Herzens; wenn das Hirn in Unthätigkeit gesetzt, oder zugleich mit dem Kopfe ganz hinweggenommen ist, so hört die Wirkung des Herzens bloß darum auf, weil die Respiration unter dem Einflusse dieses Organes steht, dauert aber noch eine Zeit lang fort, wenn man unter diesen Umständen eine künstliche Respiration bewirkt. Wird der Einfluß des Gehirns unterdrückt, so scheint die Urinabsonderung gehemmt, und es entsteht keine thierische Wärme, wenn gleich Respiration und Blutumlauf fortdauern, und die gewöhnlichen Veränderungen in der Farbe des Arterien- und des Venen-Bluts sich fortwährend in den Lungen zeigen. Wenn die eingeathmete Luft kälter ist als die natürliche Temperatur des Thieres: so ist die Wirkung der Respiration nicht Erhöhung, sondern Verminderung der thierischen Wärme.

§. 328. Ein ähnlicher Proceß als jener des Athmens geht bei den Thieren an der ganzen Oberfläche der Haut vor sich; denn durch die Hautausdünstung wird zum Theil auch das Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in kohlensaures Gas verwandelt **). Nicht

*) Schweiggers Journal 1815. B. 15. H. 1.

**) Die Hautausdünstung besteht aus kohlensaurem Gase und aus wässerigten Theilen; sie darf mit dem Schweiße nicht verwechselt werden, welcher letztere seinem chemischen Verhalten nach viel ähnliches mit dem Harne hat. (Treviranus Biologie).

genug, ja selbst an der formlosen Lebensmaterie, die einer geistigen Gährung fähig ist, geht ein dem Athmen ähnlicher Prozeß vor sich, indem hier ein Theil des Sauerstoffgases aus der Atmosphäre in Kohlensäure verwandelt wird.

§. 329. Die wesentlichsten Organe, die zum Blutumlaufe dienen, sind die Lungen, das Herz, die Arterien und Venen. Diese wichtige Function, bei welcher der Organismus kräftig hervortritt, indem hier die Bewegung nicht etwa nach bloß hydraulischen Gesetzen vor sich geht, wurde schon im Artikel Mechanismus am Thiere beschrieben.

Der Puls steht mit dem Athmen in Verbindung. Beim Foetus besteht ein Blutumlauf ohne Athmen. Nach dem Ausschneiden des Herzens dauert der Blutumlauf oft noch eine Stunde fort; und man hat in mehreren Fällen einen regelmäßigen Blutumlauf bei mißgestaltetem Herzen und Arterien beobachtet; liegt die Ursache der Bewegung des Blutes in einem eigenen Leben dieser Flüssigkeit, oder im Leben der Arterien und Venen, oder (was wohl das Wahrscheinlichste ist) in den successiven Impulsen, welche der Action der Nerven zuzuschreiben sind? Vielfältig wiederholte Versuche über das Trennen der mancherlei Organe vom Rückenmarke mittelst Durchschneidung der entsprechenden Nerven scheinen unwiderleglich zu beweisen, daß jeder Theil des Rückenmarks und jeder daraus entspringende Nervenstamm, den Blutumlauf in jenem Organe erhalten, welches sie mit Nervenzweigen versorgen.

Die Durchschneidung irgend eines Nervenstammes bringt einen Stillstand im Blutumlaufe bloß in jenem Organe hervor, daß dieser Nervenstamm mit Nerven versorgt, indeß der allgemeine Kreislauf ungestört fortdauert *).

§. 330. Die thierische Ernährung hat vier Stadien: Aufnahme der Speise, die Assimilation, die Aneignung, die Ausleerung und Ausscheidung.

Die Aufnahme der Speise **) bezieht sich vorzüglich aufs Kauen, auf das Vermengen mit Speichel (vermuthlich auch mit atmosphärischer Luft) auf das Verschlucken.

Durch den Schlund gelangt die mechanisch zubereitete und gemengte Speise in den Magen. Dieser steht mit dem Rückenmark und Gehirn in inniger Wechselwirkung, vorzüglich durch den sympathischen Nerven und durch die Nerven des zehnten Paars. Der Magen besitzt den ihm eigenen Magensaft, welcher ohne Zweifel beim Verdauungsprocesse ein wichtiges Agens ist; wie aber die Verdauung eigentlich vor sich gehe, ist uns zu erklären unmöglich, alles was darüber nach chemischen elektrisch galvanischen Ansichten, oder wohl gar nach den rohen mechanischen Ansichten bisher gesagt wurde, zeigt nur um

*) Treviranus Biologie....

**) In thierischen Nahrungsstoffen sind wesentlich: Eiweißstoff, Gallerte, Schleim, Faserstoff.

ſo deutlicher, wie unmöglich es iſt, die Geheimniſſe der lebenden Natur nach anorganiſchen Anſichten zu enthüllen. Sowohl der Magen, als die mit ihm verbundenen Eingeweide, haben ihre eigenthümlichen ſehr regelmäßigen Bewegungen. Der Brei gelangt aus dem Magen durch den Magenmund in den Zwölffingerdarm (bei wiederkauenden Thieren übergeht die roh bereitete Nahrung aus einem Magen in den andern), und hier äußern ſich vorzüglich der pankreatiſche Saft, die Galle, der entheriſche Saft, wirkſam. Es ſcheint daß jenes, was der Speichel ſchon zu aſſimiliren vermochte, unmittelbar aus dem Magen in die Maſſe der Säfte übergehe, daß hingegen der übrige Theil des Speiſenbreies durch den pankreatiſchen Saft aſſimilirt werde, welcher aus der Bauchſpeicheldrüſe hinzutritt. Die Galle wird in der Leber erzeugt, in der Gallenblaſe aufbewahrt, und ergießt ſich in den Zwölffingerdarm.

Der ſolchermaßen allmählig mehr und mehr aſſimilirte Speiſenbrei übergeht als Chylus durch eigene Gefäße in die Maſſe der Säfte, und erhält fortwährend organiſche Umwandlungen, wird den verſchiedenſten Theilen angeeignet, tritt aus denſelben wieder aus, und verläßt nach einiger Zeit den lebenden Körper gänzlich. Das Blut iſt die Quelle, woraus alle Theile den Stoff zu ihrer Bildung und Erhaltung nehmen, und worein jedes aufgelöſte Organ zurückkehrt, um aus dem Organismus zu treten. Der Chylus gelangt aus dem Darmkanale in die Milchgefäße, und aus dieſen durch den Bruſtgang zum Herzen. Aus dem Darmkanale entſpringen eigene lymphatiſche Gefäße, die ſich allmählig zu einem gemeinſchaftlichen Stamme vereinigen, welcher ins Blutadersyſtem übergeht. Das Zellgewebe äußert ſich vorzüglich als Einſaugungsſyſtem; es führt die angenommene Flüſſigkeit zur Milz, zur Thymus, zur Schilddrüſe, zu den Nebennieren, um in Blut verwandelt zu werden. Aus der Milz, welche zur Erhaltung des Lebens nicht weſentlich ſcheint, kehrt das Blut in die Leber zurück u. ſ. w.

Jene Theile, welche mit der Nahrung in den Thierkörper kommen, in welchen aber der Typus zur Lebensaction nicht auf jenen Grad geweckt iſt, daß der Typus jene Umſtimmung leicht erlangen kann, wornach eine Harmonie mit den vitalen Actionen der übrigen thieriſchen Maſſe entſtände; oder jene Theile der Nahrung, welche weniger leicht in die thieriſche Maſſe übergehen, werden ſogleich, ohne vorläufig die Stuffen der Aſſimilation zu durchlaufen, aus dem Körper fortgeſchaft, unter der Geſtalt von Excrementen. Die Ausleerung der Excremente geſchieht im Allgemeinen durch den Darmkanal; bei mehreren Thieren aber durch ein regelmäßiges Erbrechen, wie beim Reiher, Adler, Karpfen, bei der Biene u. ſ. w. Die Ausleerung des Darmkanals geſchieht vorzüglich durch die periſtaltiſche Bewegung, wobei der Einfluß der Galle wichtig iſt.

Betrachten wir den Proceß der Animaliſation bloß nach der hiebei ſich ergebenden chemiſchen Umwandlung, ſo ſcheint es, daß die Entwicklung von Waſſerſtoff und Stickſtoff

hier ganz vorzüglich berücksichtigt werden; der im thierischen Körper entwickelte Kohlenstoff mag größtentheils durch Haut und Lunge in die Atmosphäre übergehen.

§. 331. Von der Fortpflanzung wurde schon im Artikel Organismus überhaupt gehandelt; hier sollen demnach nur einige Eigenthümlichkeiten noch angeführt werden, welche sich ausschließlich auf die Fortpflanzung der Thiere beziehen.

Was die Ordnung des Wachsthums und der Ausbildung der Gliedmaßen am Embryo anbelangt, so werden immer diejenigen äußern Organe am frühesten ausgebildet und vervollkommt, die dem jungen Thiere zu seiner Lebensweise die nothwendigsten sind.

Ich führe hier ganz kurz die allmählige Entstehung des Vogels und dessen Entwickelung bis zu seinem Auskriechen aus dem Ei an *).

Der traubenförmige Eierstock der Vogelweibchen liegt unter der Leber, und besteht aus einer Menge an Stielen hängender kugelichter Dotter, wobei die reifsten am äußern Umfange des Stockes liegen. Wenn ein Dotter reift, so zeigt sich außen an seinem calyx eine weiße glänzende Linie, nach deren Richtung die Haut endlich berstet, und ihren Dotter von sich läßt, der vom infundibulum auf eine schwer zu begreifende Weise aufgenommen und in den oviductus getrieben wird, wo er während seines Durchganges sein Eiweiß und seine Häute, und endlich auch seine Kalkschaale erhält, die im uterus zu ihrer vollen Festigkeit gelangt. Der calyx hingegen bleibt im Eierstocke und schrumpft allgemach ein. Die erste Spur des Embryo in dem gelegten Ei zeigt sich zu Ende des ersten Bruttages neben der cicatricula. Am Ende des zweiten Tages zeigen sich Spuren von rothem Blute auf der Fläche der Dotterhaut, und es erscheinen wahre Adern; der Hauptstamm aller dieser Venen tritt in die Pfortader des Kügelchens, so wie hingegen die in diese Dotterhaut sich verlaufenden Schlagadern aus dem Stamme der Gekrösarterie desselben entspringen. Zu Anfange des dritten Tages zeigen sich die ersten Rudimente des Herzens und der erste Circulationsproceß u. s. w. Am sechsten Tage zeigen sich die Muskularbewegungen. Am neunten Tage beginnt das Verknöcherungsgeschäft, indem der Knochensaft in puncta ossificationis verhärtet. Am vierzehnten Tage brechen die Kiele der Federn hervor. Am ein und zwanzigsten Tage durchbricht endlich das Küchelchen die Eierschaale.

Die Vogelweibchen bekommen oft im Alter, wo sie aufhören Eier zu legen, das Gefieder der Männchen.

Mehrere Würmergattungen vermehren sich zu gleicher Zeit durch Eier, lebendige Junge und Sprossen.

---

*) Blumenbach vergleichende Anatomie.

Die Gallen, Saamenbläschen und prostata sind bei vielen männlichen Thieren während der Brunstzeit mächtig angeschwollen.

Merkwürdig sind die Organe, womit einige männliche Thiere versehen sind, um ihre Weibchen bei der Paarung fest zu halten; dahin gehört z. B. der knollige schwarze Ballen, der sich im Frühlinge am Daumen des männlichen Grasfrosches bildet *).

§. 332. Da in den Artikeln: Anatomismus und Plasticismus an unserm Planeten, rücksichtlich des Organischen und Organismus überhaupt, von der geographischen und physischen Verbreitung der Thiere schon gesprochen wurde, so mögen folgende Aphorismen hinreichen, um das schon Gesagte, zugleich aber hieher Gehörige, kurz zu überblicken.

Die Farbe ist sehr abhängig vom Aufenthaltsorte. Im Wasser, in kalten Gegenden, dichtere, dickere Haare, als auf trockenem Lande und warmen Klimaten (bei Säugethieren); ähnliches Gesetz rücksichtlich der Befiederung bei Vögeln. Bei Schaalthieren ist Festigkeit der Gehäuse größer im Meere, als im süßen Wasser, ... Aeußere Gliedmaßen kürzer, mit Schwimmhäuten versehen, bei schwimmenden Thieren, Aeußere Sinnesorgane weniger hervorstehend, bei im Wasser und unter der Erde lebenden Thieren. Wasserthiere haben größere Leber.

Viele Thiere ändern nach Jahresfrist ihren Wohnort.

Charakteristische Kennzeichen der Arten, deutlicher in Tropenländern als in kältern Klimaten. Mannigfaltigkeit und Lebhaftigkeit der Farben nehmen zu gegen Aequator.

Die Säugethiere des festen Landes, Landvögel, Amphibien, Flußfische, Insekten, richten sich in ihrer Verbreitung fast ganz nach den Pflanzen; nicht so die Meerthiere; bei erstern besteht demnach folgendes Gesetz, wie bei den Pflanzen: Die Gleichheit der unter einerlei Breitengrade lebenden Individuen nimmt ab, wie man sich vom Nordpol zum Südpol bewegt; ferners, der Theil einer Zone, welcher bestimmten Thiergattungen entspricht, wird vom Nordpole nach dem Südpole enger. Geographische Verbreitung der Meerthiere hängt ab von Verbreitung der Meerzoophyten; bei dieser geographischen Verbreitung weit weniger Mannigfaltigkeit, als bei jener der Landthiere.

§. 333. Die höchsten Erscheinungen des Thierlebens, wo die Actionen der Körperwelt in jene des Geistes zu übergehen scheinen, stellen sich uns im Gehirn- und Nervenleben dar; daher wir diesen Gegenstand hier eigends abhandeln wollen.

*) Blumenbachs vergleichende Anatomie.

Gehirn- und Nervenleben.

§. 334. Wenn gleich in neuern Zeiten über diesen Gegenstand wichtige Entdeckungen gemacht wurden, so sind wir doch noch sehr weit davon entfernt, denselben als ein systematisches Ganzes zu überblicken. Ich begnüge mich daher, bloß einige Hauptmomente in gedrängter Kürze hier anzuführen, welche geschickt seyn möchten zur Meditation über jenen erhabenen Gegenstand zu wecken.

§. 335. Die Mysterien des Gehirn-Lebens möchten wohl am zweckmäßigsten ausgelegt werden durch Erforschung der Entwicklung und der Modificationen des Gehirns, sowohl im Menschen, als in der Thierwelt, in welcher letztern sich der bleibende stätige Foetus des Menschen erkennen läßt*).

Es läßt sich für die Auslegung jener Mysterien aus der vergleichenden Betrachtung der Organe in der Thierwelt mehr hoffen, als aus der Untersuchung ihrer Entwickelung im Menschen selbst, da ihre verschiedenen Modificationen sich in der unendlichen Menge der Thierwelt weit bestimmter aussprechen und sich mit den isolirteren Aeußerungen des Lebens leichter vergleichen lassen.

Hiebei muß dahin gezielt werden, den einer jeden Klasse eigenthümlichen Bildungstypus zu erkennen, welcher sodann, verglichen mit andern Eigenthümlichkeiten dieser Klasse so wie mit dem Typus des Gehirns in andern Klassen nicht nur wichtige Aufschlüsse über die Bedeutung einzelner Gehirnformen gibt, sondern zugleich auf die Idee des Urtypus eines Centralorgans der Sensibilität führt.

§. 336. Die Nervenmasse ist bloß als der Träger der Sensibilität zu betrachten. Empfindung, Bewegung, und überhaupt die Ausübung jeder höhern Function des lebenden Individuums erscheint als das dynamische Verhalten der Nervenmasse.

§. 337. Am thierischen Organismus erscheint der Gegensatz der reproductiven und sensibeln Sphäre.

Die reproductive oder pflanzliche Sphäre äußert sich als Reproduction des Individuums, und als Reproduction der Gattung; und zwar bezieht sich erstere aufs Gefäßsystem (Darmsystem, Athmungssystem), hingegen letztere aufs Zeugungssystem.

Die sensible oder thierische Sphäre wird durchs Nervensystem bloß in Beziehung auf das Somatische repräsentirt.

§. 338. Am Organismus besteht der Gegensatz: organisirter Körper und organische Action; an den einzelnen organischen Sphären und Systemen besteht derselbe Gegensatz, den wir durch das Somatische und Dynamische ausdrücken wollen.

---

*) Carus Darstellung des Nervensystems, ... worin Gall's und Reil's Entdeckungen vorzüglich benutzt werden.

§. 339. Am lebenden Individuo sind die einzelnen Organe zu einem Ganzen der Sensibilität und Reproduction verbunden, und zwar durchs Nervensystem und durchs Gefäßsystem.

Ein Organ wird aus dem Kreise der Sensibilität oder der Reproduction herausgerissen je nachdem dessen Nerven oder dessen Gefäße durchschnitten werden. Ein Organ erscheint als Repräsentant, vorzüglich der Sensibilität (z. B. der Muskeln eines Sinnesorgans) oder vorzüglich der Reproduction (z. B. die Lunge); am erstern erscheint der Nerv, am letztern das Gefäßsystem vorherrschend und wesentlich. Ein Muskel erwähnter Art wird daher schneller gelähmt durch Zerschneiden des Nerven, als durch Unterbindung der Arterie; dagegen wird die Lunge sogleich gelähmt durch Zerreißung der zu ihr gehörigen Gefäße, weit langsamer durch Zerschneiden ihrer Nerven.

Das Somatische und Dynamische am Nervensysteme nennen wir Nervenmasse und Nervenaction.

§. 340. Am Nervensysteme ist die Idee der Centricität nicht vollkommen ausgesprochen. Die somatische Seite erscheint hier durchs Gangliensystem, als eine Reihe von Centralsystemen; und die dynamische Seite erscheint als Gemeingefühl.

Da, wo alle nervigen Gebilde im Gehirn zusammenlaufen, ist das Bewußtseyn, als das Product des Nervenlebens somatisch repräsentirt.

§. 341. Die Erkenntniß der eigentlichen Natur des Nervenlebens kann nur erlangt werden durch Beobachtung der einzelnen Manifestationen der Sensibilität am Organismus; aus der Gesammtauffassung jener Manifestationen möchte etwa in uns das Bild des sensibeln Lebens hervorgerufen werden.

Die Mannigfaltigkeit in den Aeußerungen des Nervenlebens nimmt zu mit der Mannigfaltigkeit der organischen Systeme an einerlei Individuo; auch mag sich das Nervensystem wohl einzig im Conflict mit den übrigen organischen Systemen, und (mittelst dieser) mit dem Absolut-Aeußern manifestiren.

Wir wollen hier das Nervensystem betrachten: A) Im Conflict mit den übrigen Gliedern der sensibeln Sphäre (Bewegungs- und Sinnen-System; B) Im Conflict mit der reproductiven Sphäre (Darm- Gefäß- Athmungs- Geschlechts-System); C) Bloß in Bezug auf sich selbst, auf das innere Nervenleben.

A) Nervensystem im Conflict mit den übrigen Gliedern der sensiblen Sphäre.

§. 342. So wie in den untern Thierklassen das Lymphsystem zu Tage liegt, und die rohen Stoffe der Außenwelt unmittelbar aufnimmt, eben so geschieht hier Empfinden und Bewegen des Aeußern unmittelbar durch das sensible System.

So wie hingegen bei höhern Thierklassen das Lymphsystem in den Darmkanal einsenkt, und von diesem erst die animalisirte Nahrung aufnimmt, eben so endigt sich hier das Nervensystem in die Sinnesorgane und Fasern, und hierdurch steht es nur mittelst diesen mit der Außenwelt in Wechselwirkung.

Das Bewegungssystem erscheint somatisch als Faser, dynamisch als Zusammenziehung und Ausdehnung. Die Faser erscheint als ein Organ, das bestimmt ist, durch Einfluß ihres Nerven, Bewegung auszuüben. In der Mitte der Faser, wo Nerv und Gefäß sich einsenken, ist die Bewegung am kräftigsten, ist die Organisation am vollendetsten; hier erscheinen Nerv und Gefäß als Centralpunkte der sensiblen und vegetativen Sphäre der Faser.

Einwirkung von außen unmittelbar auf den Nerven erregt bloß ein unbestimmtes Gefühl. Das Sinnesorgan scheint die Einwirkung von Außen dergestalt modifizirt ihrem Nerven mitzutheilen, daß auf diesem ein Reiz von bestimmter Art entsteht (hier wird gleichsam durch das Sinnesorgan der Eindruck assimilirt).

Der Muskel äußert sich receptiv gegen seinen Nerv; activ gegen die Außenwelt; das Sinnesorgan receptiv gegen die Außenwelt, activ gegen seinen Nerv.

So wie das Räumliche die allgemeine wesentliche Form der Sinnenwelt ist, so ist der Sinn des Gefühls (das nicht mit dem subjectiven Gefühle des eigenen Zustandes zu verwechseln ist) der ausgebreitetste, der sich zuerst entwickelnde, der unzerstörbarste am Organismus. So wie hingegen die übrigen Eigenschaften außer dem Räumlichen mehr zufällige Attribute der Sinnenwelt sind, so sind auch die denselben entsprechenden Sinnesorgane nur in bestimmten Standpunkten des Organismus angebracht.

Durch Uebertragung des modifizirten Eindrucks vom Sinnesorgane auf dessen Nerv, entsteht die **Sinnesempfindung**; durch Beziehung derselben aufs Bewußtseyn entsteht die **Sinnesvorstellung**.

Bei Aufhebung der Verbindung zwischen einem Sinnesnerven und der Totalität des Nervensystems kann wohl eine, diesen Sinnesnerven entsprechende Sinnesempfindung bestehen, aber nie eine Sinnesvorstellung. Jene äußert sich z. B. durch unwillkührliches Zucken bey äußern Reitzungen.

Digitized by Google

B) Nervensystem in Conflict mit den Gliedern der vegetativen pflanzlichen oder reproductiven Sphäre.

§. 343. Sowohl an der Pflanze, als am Thiere concentrirt sich die vegetative Sphäre im Gefäßsysteme; aber an der Pflanze besteht die vegetative Sphäre für sich allein, hingegen am Thiere nur in Verbindung mit der sensibeln Sphäre.

Am Thiere geschieht die Verbindung des Centrums der vegetativen Sphäre (Gefäßsystem) mit dem Centro der sensibeln Sphäre (Nervensystem), durchs Gangliensystem und durch den sympathischen Nerven, deren Zweige sich in die Organe der vegetativen Sphäre vertheilen. So werden die Veränderungen am vegetativen Systeme zwar in die sensible Sphäre übertragen, aber nie als centrales Gefühl; daher über den Zustand des vegetativen Systems immer nur ein dunkles Bewußtseyn obwaltet.

An einem thierischen Organe besteht entweder ein vegetativ sensibles, oder sensibel vegetatives Leben, je nachdem das Organ ein Reproductionsorgan ist, oder ein Sinnes- und Bewegungsorgan. Dort prädominirt das Gefäßsystem und assistirt das Gangliensystem, hier prädominirt das Nervensystem und assistirt das Gefäßsystem.

C. Nervensystem für sich selbst, inneres Nervenleben.

§. 344. Am vollkommen ausgebildeten Nervensysteme unterscheiden sich die Nerven der Empfindung von den Nerven der Bewegung, und diese von der centralen Nervenmasse.

Am thierischen Organismus besteht Einwirkung des Nervensystems auf den übrigen Organismus, und umgekehrt, dieses auf jenes.

Zur Aeußerung des Nervenlebens ist Continuität und Contiguität des Somatischen nothwendig; die Nervenmasse erscheint als Verästelung.

In somatischer Hinsicht zerfällt das centrale Nervensystem in die peripherischen Glieder, nämlich in die Sinnes- und Bewegungs-Nerven; ferner in die Centralmasse, nämlich das Gehirn (den Sinnesnerven entsprechend), und das Rückenmark (den Bewegungsnerven entsprechend).

In dynamischer Hinsicht zerfällt das centrale Nervensystem ins peripherische Wirken, Empfindungs- und Bewegungsvermögen, und ins centrale Wirken, Sinn und Wille.

Achte Abtheilung.

Anthropismus.

§. 345. Der Anthropismus der Natur äußert sich dadurch, daß wir bei Betrachtung der Menschengeschichte jene zu definiren und in bestimmte Gränzen zu fassen unmöglichen, sondern bloß in der Idee aufgefaßt zu werden fähigen Erscheinungen wahrnehmen, welche den Gegenstand des philosophischen Geschicht- und Menschenforschers ausmachen. Die Natur des Menschen spricht sich in diesen Erscheinungen vielleicht deutlich genug aus, daß wir es wagen dürfen, jener auf diesem Wege nachzuspüren; eine Aufgabe, die freilich nicht mit jener Präcision und Bestimmtheit gelöst werden kann, als jene der mathematischen Physik. Allein, erstere ersetzt reichlich jenen Nachtheil durch die Vielseitigkeit, durch das hohe und lebendige Interesse ihres Gegenstandes und durch die Fülle der sich darauf beziehenden Bilder, welche uns hie und da gestatten, jene Symbole zu entziffern, durch deren innige Erkenntniß wir des höchsten intellectuellen Genusses, eines tiefern Blicks in uns selbst, als integrirenden Theile der Menschheit überhaupt, theilhaftig werden.

Die Menschennatur aus der Geschichte ergründen, heißt: jene aus ihren Erscheinungen auf allgemeine Gesetze zurückführen. Aus der Geschichte ganzer Nationen überhaupt muß aber dieses geschehen, nicht aus der einseitigen Betrachtung unseres Ich's, oder irgend eines einzelnen Menschen. Denn hier treten individuelle specielle, zum Theil bizarre Eigenthümlichkeiten ein, welche die Grundzüge des Menschlichen dergestalt verrücken, daß das Urbild über den Modificationen oft nicht erkannt werden kann. In der Nation hingegen heben sich alle dergleichen Individualitäten gegenseitig auf, und in der Volksstimme, in den öffentlichen Aeußerungen erscheint gleichsam der Urmensch, das concentrirte Menschenwesen mit unverzerrten Zügen.

Wie in dem ganzen Verlaufe dieser Schrift trachte ich auch hier, von Haupterscheinungen auszugehen, und wage erst, wenn ich aus diesen Erscheinungen ein Gesetz, eine Regel zu erspähen vermochte, durch Verstand und Phantasie geleitet, die Erscheinungen aus der Theorie zu erklären, ohne jedoch auf die Aussprüche solcher theoretischer Entwicklungen einen andern Werth zu legen, als hiedurch neue Spuren zu weiteren Untersuchungen hervorgerufen und dem Geiste Gelegenheit zu jener vielseitigen Ausübung seiner Thätigkeit dargeboten zu haben, welche uns unserm höhern Zwecke näher bringt. Nicht die Natur und uns Selbst jemals zu fassen; aber diese beiden Gegenstände unaufhörlich zu erforschen, in dem unbegreiflichen Kunstwerke, das uns Außenwelt und Menschennatur darbieten, hieran unsern Geist unaufhörlich zu üben, wodurch wir vielleicht einstmalen zu dem Ahnen desjenigen gelangen können, daß nur gefühlt, nicht ausgedrückt werden kann;

dieß ſey in der Folge unſer Wahlſpruch, wie er es bisher geweſen iſt. Ich werde auch fernerhin Analogien, einen Parallelismus zwiſchen den Erſcheinungen, die ſich aus der Menſchengeſchichte ergeben, und zwiſchen den übrigen Erſcheinungen der Natur anführen. Möge es mir gelingen, hierbei nie gezwungen zu erſcheinen, und mich ſtets frei von vorgefaßten Anſichten zu behaupten.

Ich wählte als Thema der Unterſuchungen über ein Geſetzſyſtem, für das Erſcheinen der Menſchennatur, Montesquieu's bekanntes claſſiſches Werk: Considérations sur les causes de la Grandeur des Romains, et de leur decadence; und das aus folgenden Gründen: Dieß Werk iſt allenthalben bekannt, es wird daher allgemein leichter meinen Ideen, die ich als einen bloßen Verſuch angebe, zu folgen. Dieß Werk behandelt überdieß, in einer kurzen aphoriſtiſchen Form abgefaßt, daß nationale Leben der größten Nation der Geſchichte, gibt uns hierdurch einen vollendeten Abriß der organiſchen Entfaltung eines großen ſich frei entwickelnden Volkes, und ſtellt uns daſſelbe gleichſam als ein lebendes Weſen dar, welches ſich aus ſeinem erſten Keime entwickelt, ſeinem gepeckten Entwickelungstypus gemäß, jedoch durch manche begünſtigende und zurückſetzende Umſtände modifizirt, ſeine Culminationspunkte erreicht; endlich aber, nach mancherlei Oſcillationen, nach mancherlei entgegengeſetzten Reſultaten aus dem Kampfe zwiſchen dem Schaffenden und Vernichtenden in der Natur, dem allgemeinen Schickſale unterliegen muß zu vergehen, und nur mehr in den Geſchichtbüchern als ein einſtmal Geweſenes zu erſcheinen. Wir ſehen dieſe Nation vom roheſten wildeſten Zuſtande an, alle Stufen der Cultur durchwandern, und ſehen, wie ſelbſt die eigene Größe und Stärke den Keim des künftigen Untergangs in ſich faßt. Wir erblicken endlich die wilden hereinbrechenden noch ihre körperliche Urkraft im vollen Maaße beſitzenden Horden, im Gegenſatze der verweichlichten und moraliſch verdorbenen ehedem ſo großen Nation. Dieſes letztere iſt für uns ein um ſo wichtigerer Umſtand, da wir ſelbſt aus der Vermengung dieſer beiden Nationen abſtammen, und da folglich manche Züge in uns, ſowohl als Nation, denn als Einzelner betrachtet, hervorblicken, deren tiefe Bedeutung in jenem Bilde aufgeſucht werden muß, das Montesquieu in dem erwähnten Werke zu entwerfen ſich bemüht hat.

---

§. 346 *). Die Römer nahmen häufig die Sitten und den Culturſtand jener Völker an, welche ſie überwunden hatten (S. 2).

Nicht ſelten beherrſcht eine Nation durch ihr moraliſches Weſen diejenige, welcher erſtere in politiſcher Hinſicht unterworfen iſt.

---

*) In dieſen und den folgenden Paragraphen berufe ich mich öfters auf die Seitenzahl in Montesquieu's Werke, und zwar auf die Edition stéréotype d'après le procédé de Firmin Didot, An XI (1802).

Analogie. Der Saame einer Pflanze enthält den Typus zur continuirlichen Darstellung jener succeſſiver Lebensbilder, welche zuſammen gefaßt, das Weſen der Pflanze conſtituiren. Jene continuirliche Lebensaction iſt mit einer unaufhörlichen Aufnahme, Aſſimilation und Ausſcheidung formloſer Lebensmaterie (welche ſich ſelbſt überlaſſen bloß in die unvollkommnern zoophytiſchen und phytozoiſchen Formationen übergegangen wäre) verbunden; ſo daß dieſe ſämmtliche formloſe Lebensmaterie durch den Typus des Saamens jene Umſtimmungen an ihrem eigenen Typus erlitten hat, woraus jene gemeinſchaftliche Lebensaction hervorgegangen iſt, die ſich auf die ſucceſſive Erhaltung der Pflanze bezieht. Der Typus des Saamens hat hier den Typus jener geſammten formloſen Lebensmaterie überwunden; und dennoch iſt dieſe, ihrer Maſſe nach betrachtet, gegen jenen (den Saamen) ſeiner Maſſe nach betrachtet, ſo groß, daß in der eigentlich materiellen Action, in der von der Materie untrennbaren Action, nämlich in der Schwere, die erwähnte geſammte formloſe Lebensmaterie, die Materie des Saamens in einem ungeheuern Grade überwältigt. Welches Verhältniß beſteht z. B. nicht zwiſchen jener Geſammtmaſſe, die während der ganzen Lebensperiode einer Eiche, von außen her in dieſer Pflanze aufgenommen wird, und zwiſchen der Maſſe jenes Keimes, welcher in zarten nach entgegengeſetzten Richtungen getriebenen Faſern, das Erſte der dann ununterbrochen auf einander folgenden Lebensbilder darſtellt?

§. 347. Numas lange und friedliche Regierung war ſehr geeignet, Rom in ſeinem unbedeutenden Zuſtande zu erhalten. Wären deſſen Bezirk und Macht ſchon damals ausgebreiteter geweſen, ſo hätte dieſer Zuſtand der Dinge für Rom ſich wohl auch noch fernerhin erhalten können (S. 3.). Allein gedrängt von Außen mußte es handeln; und einmal in Thätigkeit verſetzt überſchritt es alle Schranken.

Eine Nation, durch irgend eine veranlaſſende Urſache zu energiſchen Aeußerungen ihrer Thätigkeit gezwungen; hiedurch aus ihrem Schlummer geweckt, mit ihrem Vermögen bekannt gemacht, zum Wirken einmal aufgereizt, folgt dieſem Impulſe von nun an fort, gründet hiedurch ihre Größe, oder ſtürzt ſich ins Verderben; aber in beiden Fällen beſteht keine Grenze, kein letzter Endzweck, welcher einmal erreicht, Alles wieder zur Ruhe brächte. Nein! dies Treiben geht unaufhaltſam fort, ein Zweck ſchafft den andern, und er erſcheint eine in ſich ſelbſt bedingte Thätigkeit, welche unaufhörlich ſchafft, um zu vernichten, vernichtet, um zu ſchaffen.

Analogie. Der Planet, einmal nach irgend einer Richtung geworfen, beſchreibt ſeine Bahn um die Sonne; er ſtrebt ſich ihr zu nähern; allein, im Perihelio angekommen ſetzt er ſeine Bahn fort, läuft dem Aphelio zu, und ſo nähert er ſich unaufhörlich ſeinem Centralpunkte, ohne irgend einen Punkt in ſeiner Bahn, als das Ziel ſeiner raſtloſen Bewegung zu bezeichnen.

Hat nur der Saame zu Keimen begonnen, ſo entwickelt ſich die Pflanze mit einer

Digitized by Google

einer Zweckmäßigkeit in allen ihren Functionen, mit einer bestimmten Aeußerung eines in sich selbst Geschlossenen; mit einem Grade von Egoismus, daß diese Pflanze für den Centralpunkt, worum alles Geschaffene sich zu drehen bestimmt sey, angesehen werden könnte. Und all dieß Treiben, das einen letzten höchsten Endzweck möchte vermuthen lassen, führt endlich zur Auflösung in formlose Lebensmaterie, welche in der Verworrenheit ihres Strebens die unbestimmten zoophytischen und phytozoischen Bildungen darstellt.

Der Geist schafft Systeme, trachtet alles Einzelne, das Mannigfaltigste auf ein Urprincip zu bringen und am Ende führt dieß Streben nur dahin, einzusehen, wie unmöglich dieß dem Menschen sey, wie er die Natur bloß in Bruchstücken zu fassen vermöge, und wie seine ganze Thätigkeit sich bloß auf das unaufhörliche Ergründen des Einzelnen beziehen könne. Daher das aus der Geschichte der Wissenschaften sich ergebende Resultat, daß fortan Systeme geschaffen und verworfen werden. Auch hier leuchtet eine in sich selbst bedingte Thätigkeit hervor; das Handeln geschieht nicht eines letzten Endzweckes wegen, sondern bloß um zu handeln.

Noch bleibt die Frage übrig, ob diese Erscheinung der selbstbedingten Thätigkeit sich bloß auf die einzelnen abgesonderten Actionen beziehe, und ob nicht doch endlich alle diese Actionen zusammengenommen, einen gemeinschaftlichen letzten Endzweck haben, welcher nie erreicht werden wird, aber nach welchem unaufhörlich jene Annäherung besteht, die uns die Asymptote auf eine leicht faßliche Weise und mit mathematischer Klarheit darstellt. Wer mag dieß beantworten?

§. 348. Der Tod der Lucrecia, im höchsten Grade schimpflich für Rom, war bloß die Veranlassung zu der darauf erfolgenden Empörung. Ein stolzes unternehmendes kühnes Volk, das aber von Mauern umschlossen ist, muß entweder das Joch von sich werfen, oder mildere Sitten annehmen. Eins von beiden mußte geschehen; Rom mußte entweder seine Regierungsform ändern; oder es sah sich genöthigt, als eine kleine arme Monarchie fortan zu bestehen (S. 4).

Das Lebende, Geistige, sich selbst Bestimmende, das subjectiv und objectiv nach einem innern Grundtypus sich activ Aeußernde, erhebt sich nicht aus der Mittelmäßigkeit empor, wenn es nicht durch äußere Einwirkungen gedrängt, zum Streite aufgefodert mit hoher gespannter, gesteigerter Thätigkeit seinem Ziele nachstreben muß. Solche Augenblicke des Streites mit jenen Actionen, welche sich als Antagonisten des höhern Lebens den Aeußerungen desselben als plumpe Massen entgegen setzen, sind entscheidende Momente für die allmählige Entwicklungsreihe der auf einander folgenden Lebensbilder; es mögen sich nun diese auf die bloß somatischen vitalen Darstellungen eines organischen Wesens oder auf die geistige Entwicklung eines Menschen, oder endlich auf die physische und geistige Entwicklung einer ganzen Nation beziehen. In jenen wichtigen Momenten erlangen die von außen einwirkenden Actionen die Ueberwucht über das sich selbst Bedingende, der Keim

zu dem individuellen Hervortreten wird unterdrückt, und alle künftigen Aeußerungen an dem organischen Ganzen tragen das Gepräge der Passivität, erscheinen als ein am Anorgischen Gefesseltes. Ueberwindet hingegen die innere Selbstthätigkeit, gleichsam im Zustande einer vitalen, geistigen, durch das Selbstgefühl einer höhern Würde entsprungenen Extase, das, auf das Organische mit roher wilder Kraft Einstürmende; vermag jenes, mit planmäßiger Energie dieses mit Verachtung von sich zu weisen, ja wohl gar dessen ursprüngliche regellose Kraftäußerung zu seinen eigenen Zwecken zu verwenden; so hat es sich auf jene Höhe geschwungen, von welcher aus es der übrigen Natur Gesetze vorzuschreiben im Stande ist, welchem gemäß dann die organischen Aeußerungen intensiv und extensiv den höchsten Grad von Spontaneität annehmen. Das loos der organischen Entwickelung somatisch und geistig beleuchtet, bezieht sich also entweder auf ein träges insipides Fortschleppen innerhalb der Grenzen der Mittelmäßigkeit, oder auf Unterliegen im Kampfe, oder endlich auf den Sieg in demselben, und die hieraus eroberte Oberherrschaft über die Natur.

§. 349. Unaufhörlich von dem Rachegefühl anderer Völker verfolgt, wurden Standhaftigkeit und Tapferkeit den Römern zur ersten Nothwendigkeit; dieß ging so weit, daß jene Tugenden bei diesem Volke von der Selbstliebe, von der Anhänglichkeit an Familie und Vaterland, kurz von Alledem, das dem Menschen das Liebste und Heiligste ist, nicht mehr getrennt blieben, sondern sich mit diesem auf das Innigste verschmolzen (S. 8.).

So tritt denn der Begriff von Tugend und Moralität aus dem Drange und der Combination der äußern Umstände hervor; allein immer nur als eine einzelne Modification, die aus einem allgemein anerkannten und innig gefühlten Ideale entspringt.

Analogie. Den Baum treibt Aeste nach allen Seiten hin weit außer sich hinaus, oder er treibt bloß einen schlanken kräftigen Schaft in die Höhe mit kärglicher Ausbreitung von Seitenästen, je nachdem er ganz frei, oder im dichten Forste sich entwickelt. Dort erscheint die vegetative Action in ihrer höchsten Vielseitigkeit unter der mannigfaltigsten Fülle der Ausbildung, mit dem schärfsten Gepräge der Individualität und Selbstbestimmung; hier hingegen concentrirt sich jene Action einseitig nach einer Richtung hin, und zwar dahin, wo die Aeußerung des Einzelnen mit dem Bestehen des Ganzen (aller Einzelnen) vereinbarlich ist; ja noch mehr, wo das Ganze gleichsam als eine einzige Pflanze mit riesenmäßigen Aesten erscheint.

§. 350. Hätten die Römer sich in kurzer Zeit aller umliegenden Städte bemeistern können, so hätten schon Pyrrhus, die Gallier und Hannibal ihren Verfall herbeigezogen; und jene hätten das Schicksal beinahe aller Staaten erlitten, nämlich zu schnell von der Armuth zum Reichthume, und von da zum Sittenverderbnisse zu schreiten. Allein das unaufhörlich mit Schwierigkeiten kämpfende Rom, welches seine innere Kraft nur fühlen ließ, unvermögend sich auszubreiten, übte sich in einem gedrängten Wirkungskreise in Tugenden, welche einst der Welt sich so schrecklich verkünden sollten (S. 9.). Carthago,

welches früher reich geworden war als Rom, war auch vor diesem zur Verderbtheit gelangt. In Rom ertheilte man öffentliche Aemter nur durch allgemein anerkannten innern Werth; als nützlich ward nur das Ehrenvolle, als vorzüglich nur das standhaft Erkämpfte erkläret; da hingegen Carthago alles Jenes feilbot, was das Allgemeine dem Einzelnen gewähren kann; hier mußte jeder Dienst des Einzelnen von der Nation bezahlt werden (S. 25.).

Nur an dem sich langsam im Kampfe gegen Schwierigkeiten Entwickelnden, wobei die Entfaltung mehr intensiv als extensiv ist; wo stete Uebung der angebornen Kraft zur Thätigkeit reizt, das seltene Gelingen nie die Ueberzeugung einer erlangten Vollkommenheit gestattet, sondern vielmehr auffodert, unausgesetzt als Lehrling nach dem Höhern zu streben; nur da bildet sich das Dauerhafte, daß Große, von ächtem gediegenen Werthe das einstmalen auf das Vorrecht zu herrschen Anspruch machen darf.

§. 351. Das tyrannische Verfahren von Seiten des Herrschers ist einem Staate von monarchischer Verfassung nicht verderblicher, als die Gleichgültigkeit gegen das allgemeine Beste es einer republikanischen Verfassung ist (S. 25.).

Dort lenkt ein einzelner alle Handlungen der Glieder der Gesellschaft nach seinem einseitigen Interesse, und maßt sich mit ruchloser Hand ungetheilt jene Vortheile an, die dem ganzen Vereine gebühren. Hier handelt jeder bloß mit Berücksichtigung seiner selbst, nach eigenthümlichen Egoismus, und so muß denn in den Handlungsweisen aller Einzelnen eine Heterogenität entstehen, welche unmöglich Harmonie, und Einheit am Ganzen herbeiführen kann.

§. 352. In Staaten, welche von einem Einzigen beherrscht werden, wird es leichter, die Partheien zu vereinigen, da die concentrierende Gewalt im Stande ist das Getrennte zu vereinen; aber in einer Republik sind dergleichen Spaltungen dauerhafter, verhalten sich hartnäckiger, indem das Uebel sich hier gewöhnlich jener Macht selbst bemeistert, welche allein hinreichen möchte, dasselbe zu heilen (S. 26).

Analogie. Ein schwimmender Körper, dessen Schwerpunkt tief unter dem Schwerpunkte der durch jenen Körper verdrängten Flüssigkeit liegt, wird seiner Lage nach durch seinen Schwerpunkt beherrscht, daher der Körper, der aus der Lage seines Gleichgewichts verrückt wird, sehr bald wieder in dieselbe zurückkehrt; da hingegen ein Körper, dessen Schwerpunkt die Lage im Schwimmen nicht beherrscht (z. B. eine gleich dichte Kugel) sich in allen Lagen schwimmend erhalten wird, ohne ein Bestreben nach einer bestimmten Normallage zu äußern.

§. 353. Nichts ist mächtiger, als eine Republik, welche wie Rom und Lacedämon die Gesetze nicht aus Furcht, nicht aus Ueberzeugung ihrer Nothwendigkeit, sondern aus Leidenschaft befolgt; denn in diesem Falle vereinigt sich die Weisheit einer wohlbegründeten Staatsverwaltung mit jener Kraft, welche sich von einer empörten Menge erwarten ließe (S. 27.).

Das wahrhaft Große, sich über das Uebrige Erhebende und es durch seinen innern Werth Beherrschende, muß in der Extase geschaffen und dann mit ruhiger Kälte geordnet

werden. Die Gebilde der Phantaſie müſſen mit Klugheit auf gewiſſe Grenzen verwieſen, und von den ſchwächlichen Auswüchſen der bloßen Schwärmerei gereinigt werden.

§. 354. Staaten, welche ihr Daſeyn weſentlich dem Handel denken, können längere Zeit hindurch bei einem Zuſtande von Mittelmäßigkeit beſtehen; allein die Periode ihrer Größe iſt von geringer Dauer. Sie erheben ſich allmählig und unvermerkt; indem ſie ſich nicht auf eine Weiſe verkünden, welche Aufmerkſamkeit auf ſich zöge und ihre Macht ahnden ließe. Iſt aber einmal die Sache dahin gediehen, daß es unmöglich wird ſie nicht mehr zu bemerken, ſo trachtet Alles, eine ſolche Nation eines Vortheiles zu berauben, welchen dieſe gleichſam nur verſtohlner weiſe an ſich geheacht hat, und (wie ich mir erlaube hinzuzuſetzen) auf eine Weiſe, die jenen Adel nicht vorausſetzte als bei einem durch den Sieg der Waffen emporgeſtiegenen Volke (S. 30.).

Die Vorzüge Anderer erregen in uns ein unausſtehliches Gefühl von Demüthigung, wenn dieſelben nicht mit jenem Adel der Geſinnung und des Handelns gepaart ſind, welcher uns geſtattet, unſern niedrigen Standpunkt ohne Erröthen zu erblicken.

§. 355. Es iſt gewöhnlich eine übel verſtandene Politik, ſich bloß als unpartheiiſcher Zuſeher da zu verhalten, wo zwei fremde mächtige Nationen in langen und hartnäckigen Kriegen verwickelt ſind; denn jene von beiden, welche den Sieg davon trägt, wird nicht ſäumen, neue Kriege zu unternehmen, und gerne tritt eine Nation von Soldaten gegen ein Volk in Kampf, das bloß aus friedlichen Bürgern beſteht (S. 39.).

Iſt einmal der Menſch zum Erkennen ſeiner Kraft, ſeines Vermögens gelangt, ſo kennt ſein Streben keine Grenze, wenn gleich das Reſultat jenes Strebens ſeine Grenze allemal erreicht; da ja jeder Einzelne, ſo wie jede Nation ihre Culminationspunkte haben.

§. 356. Die ſyriſchen und ägyptiſchen Könige hatten in ihrem Lande zweierlei Unterthanen; nämlich jene Völker, welche ehedem als Eroberer aufgetreten waren, und die unterjochten Nationen. Die erſtern, noch eingedenk ihres ehrenvollen Urſprunges, waren ſehr ſchwer zu leiten; ſie hatten zwar nicht jenen Geiſt von Unabhängigkeit, welcher uns bewegen kann, uns des Joches zu entledigen; aber ſie waren von jener Ungeduld gepeinigt, die uns eine ſtete Veränderung der Oberherrſchaft wünſchen macht (S. 46.).

Ein von Eroberungsſucht beherrſchtes Volk iſt nicht ſo ſehr vom hohen Selbſtgefühle eigner Würde begeiſtert, als vielmehr von Stolz und Herrſchſucht qualvoll geängſtigt. Indem es, von einem unruhigen Streben nach ſtets erneuerten Trophäen getrieben, an fremden Feſſeln ſchmiedet, reicht es willig ſeinen Nacken hin, dem der es zum Siege führt.

§. 357. Philipp, wie durch einen reißenden Strom mit fortgeriſſen, von den Römern bewogen, ihnen in ihrem Kriege beizuſtehen, diente ihnen nach ſeinem ganzen Vermögen, und ward das Werkzeug ihrer Siege. Die Luſt ſich zu rächen; und Etolien zu verwüſten, das Verſprechen eines zu vermindernden Tributs, und einiger Städte, die ihm gelaſſen werden ſollten; ferners ſeine Eiferſucht gegen Antiochus, und andere kleinliche Beweggründe waren es, die ihn ſo handeln machten. Der Hoffnung beraubt, das Joch ganz von ſich zu weiſen, begnügte er ſich damit, es ſich zu erleichtern (S. 47.).

Digitized by Google

Das ältere Joch ist das unausstehlichste; es wird lieber mit einem drückendern, aber neuen ausgetauscht, als fernerhin mit Geduld getragen. Sehr natürlich, die bloße Aenderung im Leiden ist schon eine Linderung desselben; überdieß liegt aber auch ein eigener Genuß darin, dem lange unterdrückten Rachegefühle ungestörten Ausbruch zu gestatten.

§. 358. Diejenigen, welche einem Könige unterworfen sind, werden nach ihrem Beherrscher mit weniger Neid und Mißgunst hinaufblicken, als jene, welche unter einer erblichen aristokratischen Verfassung leben. Der Alleinherrscher ist über alle seine Unterthanen so sehr erhoben, daß es von diesen kaum bemerkt wird, und daß es ihnen kaum in den Sinn kommen kann, eine Vergleichung anzustellen, wobei sie sich beleidigt finden könnten. Der erbliche Adel hingegen, welcher regiert, wird von dem Volke unmittelbar beobachtet, und steht auf einem Standpunkte, welcher sich zu wenig über das übrige erhebe, um zu hindern, daß nicht häufige Erbitterung erregende Vergleichungen angestellt werden sollten. Auch hat von jeher das Volk seine Senatoren gehaßt. Republiken, bei welchen die Gebuer keinen Antheil an der Regierung gestattet, sind in dieser Hinsicht die Allerglücklichsten; denn das Volk wird jene Vorzüge seiner Mitbürger leicht ertragen, welche es diesen nach Willkühr ertheilt und wieder nimmt (S. 70.).

Nicht das Gehorchen an und für sich ist es, das erbittert, zum Aufruhre und zur Aufkündigung des Gehorsams reizt. Wir unterwerfen uns willig, ja oft mit einem leidenschaftlichen Streben und einem ganz eigenen Wetteifer, auch selbst den härtesten Gesetzen, wenn wir in Befolgung derselben keine Demüthigung fühlen; wenn nämlich die Herrschenden ihr Recht zu befehlen von uns erlangt, und wir uns hiedurch gleichsam selbst Gesetze vorgeschrieben haben; oder wenn wir von solchen geleitet werden, denen wir (sey es nun aus falschen oder richtigen Ansichten) einen höhern Werth als uns selbst in unserm Innern zuzugestehen geneigt sind. Einem Wesen von höherer Art, als man selbst ist, gehorchen, ist keine Demüthigung, ja es kann sogar in jenem willigen Gehorchen ein erhöhtes Gefühl von Selbstwürde liegen, indem wir uns nämlich geehrt fühlen, von einem so weit über uns erhabenen Wesen zum Werkzeuge seiner Plane verwendet zu werden. Zu welchen kühnen Unternehmungen stimmt nicht der bloße Gedanke, mit zu dem Triumphe eines großen Feldherrn etwas beyzutragen!

§. 359. Wenn überhaupt freie Verfassungen von kürzerer Dauer sind, als die übrigen, so kömmt dieß daher, daß sowohl glückliche als unglückliche Ereignisse, die sich über jene verbreiten, sie gewöhnlich ihrer Freiheit berauben, da hingegen in monarchischen Staaten eben sowohl Bedrängniß von außen als glorreiche Siege dazu beitragen, die Nation immer mehr und mehr zu unterwerfen. Eine weise Republik möge ja nichts wagen, das Besiegung oder Siege herbeiführen kann; das höchste Gut, das hier unaufhörlich vorschweben soll, ist die Erhaltung ihrer Verfassung (S. 79.).

Jener Zustand, wobei die Freiheit der Einzelnen im bürgerlichen Vereine bestehen soll, ist nur in so lange möglich, als gewisse Gränzen nicht überschritten werden, und als ein gewisser Zustand von ruhiger Leidenschaftslosigkeit bestehen kann, oder als die von außen einwirkenden Umstände von der Art sind, daß jeder Einzelne daran gemahnt wird

wie nothwendig es ſey, zuſammen zu halten, und ſich gemeinſchaftlich zu vertheidigen. Höchſt gefährlich hingegen wird jedes Ereigniß, wobei, der Einheit ſchnell zu veranlaſſender Maaßregeln willen, die Gewalt an einen Einzelnen, wenn auch auf kurze Zeit, übertragen werden muß; oder wobei Uebermuth in der Nation und Mißbrauch der Freiheit entſtehen kann; beides führt zur Unterjochung, die gewöhnlich weit drückender iſt, als jene in ſchon alten monarchiſchen Verfaſſungen, ja die beinahe allemal an Sclaverei gränzt; indem der noch allgemein herrſchende Sinn für Freiheit, die ungebundene regelloſe Zügelloſigkeit es demjenigen, der ſich zum Alleinherrſcher emporgeſchwungen hat, nothwendig machen, die ſchrecklichſten Maßregeln für ſeine bloße Erhaltung zu ergreifen, und ſo ſchleicht ſich denn der fürchterlichſte Despotismus in die Grundzüge der neuen Regierungsform ein.

§. 269. Die wahre Einheit an einem politiſchen Körper iſt jene, wobei alle Partheien, mögen dieſelben einzeln gegen einander betrachtet, einander auch noch ſo ſehr entgegen zu wirken ſcheinen, beitragen, das öffentliche Beſte zu befördern. Eine nur ſcheinbare Einheit, in Wirklichkeit eine Trennung, beſteht hingegen in einer unbeſchränkten monarchiſchen Verfaſſung. Hier iſt die Verbindung des Landmanns, des Kriegers, des Kaufmanns, des Bürgerlichen, des Adelichen, unter einander nur ſcheinbar, und ſie beſteht bloß darum, weil die Einen die Andern, ohne einen Widerſtand zu erleiden, zu unterdrücken vermögen. Wenn man hier eine Verbindung auch wahrnimmt, ſo ſind es nicht Staatsbürger, welche unter einander verbunden ſind; nein! es ſind Leichname in beſtimmten Reihen neben einander begraben (S. 82).

Das Reſultat welches ſich bei der gleichzeitigen Aeußerung mehrerer Beſtrebungen darſtellt, iſt nur dann als Reſultat der Geſammtwirkung aller jener Beſtrebungen zu betrachten, wenn in das Syſtem dieſer Beſtrebungen nicht ein Umſtand von Außen gewaltſam eingreift, welcher dieſelben in ihrer freien Ausübung hindert.

Analogie. Man denke ſich irgend eine Anzahl materieller Punkte in einem unverſchiebbaren Zuſammenhange unter einander, jedoch ſo, daß alle dieſe Punkte zu gleicher Zeit um einerlei unbewegliche Axe gedreht werden können. Man nehme ferners an, daß an allen jenen materiellen Punkten Kräfte angebracht ſeyen, welche nach ſolchen Richtungen wirken, daß dieſelben, einzelnweiſe gegen einander verglichen, entgegengeſetzte Umdrehungsbewegungen am Syſteme hervorzubringen ſtreben, und daß je zwei jener Kräfte allein gegen einander wirkend, nie das Syſtem in den Zuſtand der Ruhe verſetzt würde. Und dennoch kann dieſer Zuſtand der Ruhe aus der Geſammtwirkung aller Kräfte zuſammen erfolgen, in welchem Falle dann der Stillſtand am Syſteme als Reſultat der Geſammtwirkung aller zu dieſem Syſteme gehörigen Kräfte zu betrachten iſt. Es könnte aber auch ein Stillſtand am Syſteme dadurch hervorgebracht werden, daß Kräfte von außen ſich gewiſſer Punkte des Syſtems bemächtigend die Umdrehung hindern möchten. Hier wäre der Stillſtand nicht ein Reſultat der Geſammtwirkung jener Kräfte, welche urſprüng-

Digitized by Google

lich als zum Syſteme gehörig betrachtet würden, ſondern der Stillſtand würde hier als combinirtes Reſultat der Kräfte am Syſteme, und zugleich der von außen einwirkenden erſcheinen; es würden hier die zum Syſteme urſprünglich gerechneten Kräfte in ihrer freien Aeußerung gehindert.

§. 361. Die urſprünglichen Geſetze Roms wurden in der Folge unfähig, die Republik zu leiten. Ueberhaupt iſt dieß eine Erſcheinung, die ſich von jeher beſtätigt hat, daß jene Geſetze, welche vollkommen dazu geeignet waren, einer unbedeutenden Republik die Oberherrſchaft über andere Nationen zu ertheilen, daß jene Geſetze derſelben Republik dann nachtheilig wurden, wenn dieſe einen gewiſſen Grad von Größe erreicht hatte. Jene Geſetze waren nämlich von der Art, daß ſie wohl eine große Nation zu ſchaffen, nicht aber zu leiten vermochten. – Es beſteht ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen ſolchen Geſetzen, welche ein Volk zu Herren der Welt zu machen, und zwiſchen jenen, welche ein Volk auf ſeiner erlangten Höhe zu erhalten im Stande ſind (S. 82.)

Analogie. Was Geſetze einer Nation ſind, das iſt der Wiſſenſchaft die Methode. Auch von dieſer läßt ſich behaupten, daß ſie ihrer Weſenheit nach oft ſehr geſchickt ſey, die größte Ausbeute in der Wiſſenſchaft zu gewähren; daß ſie aber zu gleicher Zeit einer gewiſſen Einſeitigkeit willen, die ihrer Natur nach unter einander verflochtenen Theile der Wiſſenſchaft gewaltſam trennt, oder wenn ſie dieß nicht thut, das Ganze der Wiſſenſchaft in ein falſches Licht ſetzt, welches Letztere noch weit ärger iſt.

Fühlen wir uns einerſeits gedrungen, jene großen Entdeckungen anzuſtaunen, welche dem Reiche der Naturphiloſophie durch die mathematiſch-atomiſtiſche Methode zu Theil geworden iſt, ſo könnten andrerſeits folgende Fragen in uns entſtehen, die wir hier ohne Anmaßung eines Beſſern in der Demuth des Forſchenden anzuſtellen wagen: Hat nicht die atomiſtiſch-mathematiſche Methode uns dahin geführt, die Natur, ſtatt in ihrem Ganzen, ſtatt ſie als ein harmoniſch Zuſammenhängendes, als ein einziges Bild zu betrachten, das für Verſtand und Phantaſie für uns den höchſten Zauber erhalten ſollte; jenes Meiſterwerk der Philoſophie und Kunſt, bloß in Bruchſtücken zu betrachten, die entweder allein zur kalten Vernunft oder bloß zu einer unbeſchränkten regelloſen Einbildungskraft ſprechen? oder, was noch weit ſchlimmer wäre: Iſt es nicht die atomiſtiſch-mathematiſche Methode, welche uns verleiten möchte, allen Erſcheinungen mechaniſche Bewegungen der unbelebten Materie zu unterſchieben, und ſolchermaßen die verkörperte Darſtellung des höchſten Gedichtes, auf ſolche Bewegungen und Formen zu reduciren, welche aller Individualität, aller Selbſtbeſtimmung, aller Spontaneität unfähig, in ſclaviſcher Bothmäßigkeit, mit der Kälte und Starrheit des Todes, den unerbittlichen ſteifen Geſetzen mathematiſcher Formeln unterworfen wären? Würde eine mehr geiſtige Anſicht der Natur, wobei wir in kindlicher Unbefangenheit die Erſcheinungen als das annehmen möchten, was ſie ſind, und nicht nach einſeitigen Schulanſichten, die uns nur durch die Gewohnheit als natürlich erſcheinen, den mannigfaltigſten Erſcheinungen immer nur die inſipide Form von

Materie und Bewegung unterschieden möchten, würde eine solche Ansicht der Natur uns nicht fähiger machen, dieselbe nach jener Vielseitigkeit und als jenes harmonische Ganze zu umfassen, wodurch sie sich ja in ihren kleinsten Aeußerungen so deutlich ausspricht, wenn wir sie nur verstehen wollen, und uns nicht schämen da zu bewundern, wo wir nicht zu fassen vermögen. Bei einer solchen Ansicht der Natur würden wir das Gesammtbild derselben, den vollen Accord ihrer harmonischen Aeußerungen nie aus den Augen verlieren. Die Naturphilosophie bekäme hiedurch mehr Einheit in der Ansicht aller ihrer Theile. Aber freilich würden wir bei einer so vielseitigen Betrachtung des Gegenstandes von der Größe desselben gedemüthigt, in den Staub zurücktreten müssen, und nie würden wir jenes stolzen Gefühles des Atomistikers theilhaftig, welcher in der Außenschaale das Ganze zu erblicken wähnt, und der sich anmaßt, die Betrachtungen der Natur bloß auf eine Rechnung zu reduciren. Freilich müßten wir bei einer geistigeren Ansicht jener, in manchen Fällen auf den Calcul, und hiedurch auf die süße Täuschung, die Naturgesetze den unläugbaren Regeln der Mathematik unterworfen zu haben, Verzicht leisten.

§. 362. Gegen keinen Staat ist die Furcht, von demselben unterjocht zu werden, gegründeter, als gegen jenen, der den Schrecknissen des Bürgerkriegs preis gegeben ist. Jedermann, der Adeliche, der Bürgerliche, der Künstler, der Landmann ist hier zum Kampfe gerüstet; sind ferners hier durch einen innern Frieden (oder durch äußere Bedrängnisse zur Concentration gezwungen) die Kräfte vereinigt, so hat ein solcher Staat große Vorzüge vor andern (wohl verstanden als kriegführende Nation), die beinahe bloß aus Bürgern bestehen. Ueberdieß bilden sich bei Bürgerkriegen gewöhnlich große Männer (vielleicht besser merkwürdige Männer, deren angestaunte Thaten oft aus sehr erbärmlichen Quellen entspringen), indem es bei der allgemein herrschenden Unordnung (oder vielmehr, bei der Möglichkeit einer freien Ausübung der Kräfte für die Einzelnen) Jenen, welche Verdienste haben (oder vielmehr, welche Kraft besitzen) möglich wird durchzudringen, wodurch denn Jeder (sagen wir lieber Mehrere) dahin gelangt, wohin er seinen Anlagen und seiner Bildung gemäß paßt, u. s. w. (S. 97.).

Bürgerkriege sind allemal an sich ein Greuel, ein schreckliches Ereigniß, das oft auf lange Perioden hinaus die fürchterlichsten Spuren hinterläßt, wohl aber in manchen Fällen sehr wohlthätige Folgen hat. Eben so wird durch Erdbeben und feurige Eruptionen manche Gegend in eine Wüste, manche Gegend in ein fruchtbareres Land verwandelt. Bürgerkriege sind sehr geschickt, einer Nation historische Celebrität zu verschaffen; ist aber diese Zierde auch das, wornach eine Nation mit Aufopferung so vieler anderer Vortheile streben soll; ist es nicht vielmehr gerade hier, wo die Nation bloß zum verächtlichen Werkzeuge eines ehrgeizigen Feldherrn dient? Bürgerkriege gestatten dem von der Natur reichlicher betheilten, dem genialern unter den Bürgern, dahin zu gelangen, die Uebrigen zu beherrschen, wodurch das civile Verhältniß einem der Natur angemessenen Verbande zu entsprechen scheint. Allein, ist es denn auch wirklich der höhere Werth des Menschen, der

hier entscheidet? Sind es nicht beinahe bloß die intellectuellen Vorzüge, Kühnheit, Unternehmungsgeist, List, die Neigung selbst alle Mittel, die zum Zwecke führen, endlich Glück und ein allgemeines Beliebtseyn, das natürlich oft nicht auf Verdiensten beruht, sind es nicht alle diese Eigenschaften zusammengenommen, die hier wesentlich entscheiden, und die sehr wohl vereint, auch an dem schlechtesten gefunden werden können? Sind nicht diejenigen, welche, selbst in den besten Absichten den Bürgerkrieg leiten helfen, gezwungen, sich der wilden Ausbrüche einer zügellosen Volksmasse zu bedienen, und so, von dem einen Schritte zu dem folgenden aufgefordert, Greuel auf Greuel zu häufen? muß nicht hiedurch eine Unempfindlichkeit gegen das Gute, das Erlöschen alles Zartgefühles entstehen? und ist es nicht natürlich, daß endlich auch der Bessere mit dem Schlechten schlecht werde? Die geschichtliche Größe der Nation und mithrerer ihrer Bürger; das Zerstören eines schädlichen Gleichgewichtes, das endlich zur Apathie und zu dem Vergessen der eignen Kraft und Würde führet, die Ausführung großer genialer Pläne, die vorzüglich auf die intellectuelle Ausbildung des Menschengeschlechtes von entschiedener Wirksamkeit sind; alle diese Vortheile sind mehr als einmal durch Bürgerkriege herbeigeführt worden; allein, noch bleibt die Frage unbeantwortet, ob jene großen Wirkungen, welche einzelnen Nationen, und öfters dem ganzen Menschengeschlechte eine Höhe des Standpunktes ertheilen, von wo aus sie stolz auf die abgelaufenen Jahrhunderte herabblicken, ob diese Vortheile nicht sehr häufig auf Unkosten jenes glücklichen Zustandes erkauft werden, welcher aus Tugend, Moralität, und den friedlichen Gesinnungen des Bürgers entspringt; und ob bei diesem weniger schimmernden Zustande der Dinge, nicht mehr wahre Größe entdeckt werden könne, als da, wo die Größe sich bloß auf Trotz und Gewalt beziehet?

§. 367. Endlich wäre die Republik untergegangen, und diese Begebenheit dürfen wir nicht der Herrschbegierde einiger ihrer Bürger zuschreiben. Nein! wir müssen hier den Menschen überhaupt anklagen, ihn, dessen Verlangen nach Macht in dem Verhältnisse wächst, als er daran theilhaftiger ist, ihn, der dann Alles zu haben wünscht, wenn er schon viel besitzt. Hätten auch Cäsar und Pompejus wie Cato gedacht, so hätten andere so gedacht wie Cäsar und Pompejus handelten; und die Republik, schon zu ihrem Untergange reif, wäre nur durch eine andere Hand in den Abgrund gestürzt worden (S. 95.).

Auch die Geschichte der Wissenschaften liefert Beispiele, daß der allgemeine Zustand der Dinge, der Grad der Geistescultur in der gebildeten Menschheit Entdeckungen herbeiführen, die wir oft auf eine kurzsichtige Weise den Entdeckern allein zuschreiben. Höchst merkwürdig ist es z. B. daß Newton und Leibnitz ohngefähr zu derselben Zeit die ersten Grundzüge zu dem Infinitesimalcalcul entworfen; eine Entdeckung, welcher wir die staunenswerthen Fortschritte zu danken haben, womit seitdem der mathematische Theil der Naturphilosophie bereichert worden. Eine genaue Ergründung der Geschichte der Mathematik zeigt aber, daß die Periode, in welcher Newton und Leibnitz lebten, zu jener großen Ent-

deckung reif war; und wir dürfen annehmen, die Zeit sey es gewesen, welche dem Geiste jener beiden Männer die Richtung ertheilte, welche zu so glorreichen Resultaten führen konnte. Es versteht sich übrigens von selbst, daß der Geist der Zeit am kräftigsten jene Individuen ergreife, jene am höchsten stimme, welche zu dem Impulse die fähigsten sind.

Die großen Begebenheiten der Nationen, ja selbst der ganzen unter einander in Verbindung stehenden Menschheit sind oft die nothwendige Folge des allgemeinen Zustandes, ein Resultat der Zeit, die faktische Darstellung des Gesetzes, nach welchem für ganze Nationen eben sowohl ein gewisser Periodismus besteht, als an den Bewegungen des Himmels, an den Jahrszeiten, an den sich aus einander entfaltenden Lebensbildern, an der Pflanze, am Thiere, am Menschen. Jene großen Begebenheiten werden dann freilich oft durch einzelne Individuen herbeigeführt; allein diese sind nicht als die unmittelbaren Vehikel solcher Ereignisse zu betrachten; sie sind, durch ihre Zeit begeistert, zum Werkzeuge des Vollbringens aufgefodert, in ihnen drückt sich nur die Zeit durch die unverkennbarsten auffallendsten Schriftzüge aus; und die scheinbar über die Menge Herrschenden sind oft die von der Zeit am allermeisten Beherrschten; bestünden sie nicht, so würden sie andere gefunden haben, welche ihre Rolle übernommen hätten.

Analogie. Die Menschheit, in so ferne Austausch von Waaren und Ideen, in so fern gemeinschaftliches oder sich kreuzendes Interesse eine Wechselwirkung hervorbringen, die Menschheit läßt sich als ein organisches Ganze betrachten, wobei ähnliche Gesetze statt finden, als an dem einzelnen Organismus. Der Zustand des Ganzen bestimmt einzelne Theile des Ganzen zu gewissen Actionen, welche auf das Ganze zurückwirken, nicht aber durch sich selbst, sondern als ursprünglich vom Ganzen dazu aufgefodert werden. Befindet sich z. B. der organische Körper überhaupt in jenem abnormen Zustande, den wir Neigung zur Krankheit nennen können, so wird es von sehr geringfügigen äußern Umständen abhangen, welcher Theil des Körpers, oder welches der den Körper constituirenden Systeme sich vorherrschend abnorm äußern werde; ist dieß einmal entschieden, so geht dann die Einwirkung des sich abnorm verhaltenden Theiles auf das Ganze über, und nicht selten erfolgt hieraus der Tod des organischen Wesens. Dieser ist aber nicht dem vorherrschend abnormen Theile des Körpers unmittelbar zuzuschreiben, sondern der ursprünglichen Abnormität am ganzen Systeme, die sich dann im einzelnen Punkte concentrirte, wodurch das organische Gleichgewicht vollends zerstört wurde.

§. 364. Cicero ließ sich durch den Wunsch, seinen persönlichen Feind Antonius zu stürzen, verleiten, das Emporkommen des Octavius zu begünstigen, und statt dahin zu wirken, Cäsars Andenken beim Volke zu schwächen, brachte er vielmehr Cäsars Thaten in Rückerinnerung. Octavius betrug sich gegen Cicero mit der Gewandtheit eines Weltmanns; er schmeichelte ihm, lobte ihn, bat ihn um

Rath, und ließ sich auch seine jener Künste einhauchen, welchen die Eitelkeit sich so gern mit sorgenloser Sicherheit hingibt. (S. 96.)

Manche große Unternehmung wird dadurch vereitelt, daß diejenigen, welche sie auszuführen bestimmt sind, nebst dem Hauptzwecke gewöhnlich noch mancherley Nebenzwecke vor Augen haben, welche letztere ihrer Eigenliebe schmeicheln, und sie in den süßen Wahn einer ausgezeichneten Persönlichkeit versetzen. (S. 107.)

Der Mensch äußert sich in allen seinen Verrichtungen, in allen seinen Handlungen von den höchsten Schöpfungen seines Geistes an bis zu den allertiefsten thierischen Functionen seines Körpers hin, allemal mit irgend einem Grade von Individualität; er verhält sich nie bloß passiv, als vom Gegenstande gänzlich dahin gerissen; sondern immer zugleich activ, den Gegenstand beherrschend. Und so erscheint denn alles menschliche Treiben, als Combination des Objectiven und Subjectiven, als ein Streit, der aus der Wechselwirkung zwischen dem Menschen und der Außenwelt hervorgeht.

Analogie. Nicht nur am Menschen, dem Höchsten in dem uns bekannten Theile der Schöpfung, besteht jenes Gesetz von Activität, wornach Alles das dem Menschen seinen Ursprung dankt, nicht bloß das Gepräge des Menschlichen, sondern selbst des Individuums mit sich führt; auch selbst an unvollkommneren Geschöpfen läßt sich ein Grad von individueller Activität entdecken, und hiervon ist selbst dasjenige nicht ausgenommen, welches wir seiner geringen Aeußerung von Spontaneität willen als Anergisches betrachten dürfen. Ich habe in meinem Versuche zu einer mathematischen Entwicklung der Fundamentalgesetze an den Lichterscheinungen gezeigt, wie der beleuchtete Punkt der Oberfläche irgend eines Körpers in der Art seines Beleuchtetseyns den Charakter des Activen nicht gänzlich verläugnet. Sein Beleuchtetseyn äußert sich anders nach der Seite des leuchtenden Körpers hin, als nach der Seite nach der Masse des Körpers hin. Der leuchtende Punkt entwirft in seinem Luminiziren nicht bloß eine Hauptoperationslinie nach einer Richtung, wodurch der leuchtende Punkt im Luminiziren die Symmetrie wieder herstellt, in welcher letztern Hinsicht er sich activ verhält. Das Fortleiten des Luminizirens innerhalb der Masse geht nicht in jener Linie fort, welche mit jener zusammenfällt, die man sich durch den leuchtenden und durch den beleuchteten Punkt gezogen denkt; das Fortleiten des Luminizirens trägt nicht bloß den Charakter der Passivität mit sich, sondern auch jenen der Activität; denn, das Fortleiten des Luminizirens geschieht nach einer Richtung, welche ein Mittelding zwischen der oben erwähnten Richtung und zwischen dem Perpendikel ist, nach welchem sich das Fortleiten als Activum concentrirt u. s. w.

§. 365. Alle diejenigen, welche nach der Oberherrschaft trachteten, leiteten alles dahin, die Republik in eine Art von Anarchie zu versetzen. Pompejus, Crassus, Cäsar, hatten hierin ihre Zwecke vollkommen erreicht u. s. w. (S. 114.) Diese ersten Männer der Republik erachteten, dem Volke selbst eine Abneigung gegen seine Macht einzuflößen und dadurch unentbehrlich zu werden, daß sie die der republikanischen Verfassung überhaupt eigenthümlichen Gebrechen aufs höchste spannten. Als aber Aus-

guſtus ſich der Republik gänzlich bemächtigt hatte, ſo trieb ihn ſein eigenes Intereſſe dazu, die Ordnung herzuſtellen, und ſolchermaßen das Beherrſchtwerden von einem Einzigen als einen glücklichen Zuſtand erſcheinen zu machen (S. 115.).

Das Streben eines Mannes oder einer Parthei nach der Alleinherrſchaft in einem freien Staate iſt allemal weit drückender, als die ſchon einmal erreichte und wohl conſolidirte Alleinherrſchaft. Dort handelt es ſich um Einrichtung einer neuen Sache, wogegen ſich die von hohem Gefühle der Freiheit begeiſterte Nation ſträubt; dort müſſen demnach zur Erreichung des Endzweckes Maßregeln ergriffen werden, welche, indem ſie Furcht und Schrecken verbreiten, und durch Trennung in Partheien die Einheit in der Gegenwehre unmöglich machen, alle Wirkſamkeit jenes Sträubens vereiteln. Hier hingegen handelt es ſich bloß darum, eine ſchon beſtehende Sache zu erhalten, und dazu ſind gewöhnlich Milde und Nachgiebigkeit die beſten Mittel, wenn nur jene nicht ſo weit gehen, daß man ſich die Zügel aus den Händen winden läßt.

§. 66. Jene, welche (nachdem Auguſtus die Oberherrſchaft erlangt hatte) Feldherrnſtellen begleiteten, wagten es nicht, allzu auffallende Dinge zu unternehmen. Sie fühlten die Nothwendigkeit, nur in ſo ferne als Sieger zu erſcheinen, als ſie hiedurch der Aufmerkſamkeit des Herrſchers würdig werden, nicht aber deſſen Eiferſucht erregen konnten. Sie mußten vermeiden, vor ihm mit einem Glanze zu erſcheinen, welchen jener nicht anders als mit Unwillen erblicken hätte (S. 117.).

Wenn rückſichtlich des bürgerlichen Verbandes, d. h. jenes geſelligen Verhältniſſes, wodurch für jeden Einzelnen die Grenzen der Willkühr ſowohl für das Handeln, als für das Unterlaſſen beſtimmt ſind; die Oberleitung einem einzigen zukommt *), ſo werden die hervorſtechenden Eigenſchaften des Einzelnen dem Alleinherrſcher angenehm ſeyn, in ſo ferne hiedurch jener ſich zu einem brauchbaren Werkzeuge qualifizirt. Hingegen wird das Verdienſt des Einzelnen dem Herrſcher mißfallen, ihn beunruhigen, in ſo fern die Perſönlichkeit des Einzelnen zu auffallend hervortritt, und dieſer hiedurch gleichſam ſtillſchweigend einen Anſpruch auf das Herrſchen verkündet. Dieß iſt um ſo mehr der Fall, je erbärmlicher die Perſönlichkeit des Herrſchers, je mehr dieſer vom Selbſtgefühle ſeiner Schwäche durchdrungen iſt; ferners, je deutlicher hiedurch die Nation nach Maaßgabe der Umſtände an den Urſprung der erlangten Oberherrſchaft gemahnt wird. Daher das ängſtliche Streben nach perſönlicher Auszeichnung bei Uſurpatoren, welches ihre übrigen oft großen Eigenſchaften durch einen dabei ſtatt findenden kleinlichen Egoismus verdunkelt; der

*) Dieſe Oberleitung kommt demjenigen zu, welchem ſie von der Geſellſchaft nicht ſtreitig gemacht wird. Ich betrachte hier den monarchiſchen Zuſtand ſchon in ſeinem Beſtehen gleichſam (nach der Sprache der Mechanik) in ſeinem Beharrungsſtande, ohne die erſte Veranlaſſung zu berückſichtigen, welche zur Alleinherrſchaft berechtigen kann. Dieſe erſte Veranlaſſung können wir als eine übertragene von Seite der Nation, oder als eine urſprüngliche Uſurpation, oder als einen geſelligen Zuſtand, welcher dem Naturzuſtande des Menſchen entſpreche, erklären (ſehr wichtige Anſichten hierüber, ſo wie über den urſprünglichen Naturzuſtand der Nationen hat unter andern Ancillon aufgeſtellt).

Herrscher erscheint hier als der niedrigste Sclave der herrschenden Meinung oder des Vorurtheils seiner Zeit.

§. 367. Keine Klasse von Menschen ist gegen bevorstehende Unglücksfälle ängstlicher, als gerade diejenige, welche, ihres Zustandes von Noth und Elend willen, (die daher nur wenig verlieren kann) am allerwenigsten zu befürchten hätte; u. s. w. (S. 126.).

Dies gilt von jenen Menschen überhaupt, welche von Jugend an, mit Noth und Elend kämpfend, sich stets nur kümmerlich durchringen konnten. Diese Menschen im Entbehren aufgewachsen, unaufhörlich an ihre niedrigsten Bedürfnisse gemahnt, mit allen höhern Ansichten des Lebens unbekannt; diese Menschen, welche nie in der Lage waren, durch den vollen und ungestörten Genuß irdischer Güter zu einer ächten Würdigung derselben zu gelangen; sondern, welche vielmehr jene Güter größtentheils nur in der Hoffnung, und als der Natur gewaltsam abgetrotzt, zu genießen vermochten, wodurch jene Güter in ihren Augen jenen Werth erhalten mußten, welchen nur die ausschweifendste Phantasie denselben ertheilen kann; jene Menschen sind im Allgemeinen genommen nur eines Sclavensinnes fähig. Es ist daher sehr natürlich, daß sie den Verlust des Wenigen weit mehr fürchten als der im Ueberflusse Aufgewachsene vor dem Verluste des ungeheuersten Vermögens erschrickt. Die Zaghaftigkeit bei eintretenden Unglücksfällen unter den vom Elende niedergedrückten Menschenklasse bezieht sich auch noch auf die Furcht vor neuen eintretenden eigenen Quaalen. Dergleichen Menschen sind der Seelengröße nicht fähig, sich über körperliche Leiden hinauszusetzen, da hingegen derjenige, dessen Geist durch höhere Verhältnisse einen erhabenern Schwung angenommen hat, im Stande ist, durch eine eigene Art von Geistesabstraction, durch eine Art selbstgeschaffener Illusion seine Aufmerksamkeit von seinem bloß thierischen Zustande abzuwenden. Dieser durch einen eigenen Adel der Gesinnung zu einem höhern Wesen gesteigert vermag sogar, in dem Bewußtseyn seiner eigenen Größe, die sich in dem standhaften und gleichgültigen Ertragen körperlicher Leiden verkündet, in dem Entdecken einer innwohnenden Majestät reichlichen Ersatz für alle verlohrnen Vortheile zu finden.

§. 368. Die schreckliche Tyrannei der römischen Kaiser hatte ihren Ursprung in dem Nationalgeiste der Römer selbst. Da diese jählings in eine unumschränkte Alleinherrschaft verfielen, und da bei ihnen nur ein höchst kurzer Zwischenraum vom Befehlen zum Gehorchen hin statt fand, so waren sie zu diesem Uebergange durch mildere Sitten nicht vorbereitet. Der rohe unbeugsame Character behauptete sich auch noch hier wie zuvor; den Bürgern des Staats widerfuhr dasselbe, was sie an überwundenen Feinden ausgeübt hatten, sie wurden nach demselben Systeme beherrscht, als sie ehedem selbst geherrscht hatten. Der in Rom siegreich einziehende Sylla war ganz derselbe Sylla als damals, wo er sich Athens bemächtigt hatte; er handelte in beiden Fällen nach einem und demselben Völkerrechte. In jenen Staaten, welche nur nach und nach einem Einzigen unterworfen werden, wird die Willkühr des Regenten, wenn gleich nicht allemal durch Gesetze, so doch im Allgemeinen durch die Sitten und den eigenthümlichen Geist des Volks beschränkt (S. 128.).

Eine Republik von Welteroberern, eine Republik von bedeutendem politischen Einflusse auf andere Staaten, welche im stolzen Selbstgefühle unüberwindlicher Gewalt sich allenthalben als Gesetzgeberin aufdringe; hat allemal beim Uebergange aus der republikanischen in die monarchische Verfassung die drückendste Sclaverei zu befürchten. Die Waffen der Republik, ehedem in Aller, nun bloß mehr in einiger Weniger Hände, verwandeln sich in Sclavenketten, und es tragen dann diese Fesseln, geschmiedet aus den eigenen Waffen der Republik, immer noch deren Gepräge gebieterischer Willkühr. Dieselbe Kraft, die ehedem die Größe der Nation zu gründen so kräftig beitrug, wendet sich nun gegen die Nation selbst, und zwar als zerstörend und als in demselben Verhältnisse verderblich.

Analogie. Wenn ein organisirter Körper von jenem Normalzustande seiner Lebensäußerung abweicht, den wir den Zustand der Gesundheit nennen, so sind gewöhnlich die Fortschritte zur gänzlichen Zerstörung des organisirten Wesens viel schneller da, wo eine höhere Energie der Lebenskraft besteht. Die Lebenskraft, ehedem von Innen aus, der Außenwelt zugewandt, bemühet, das außenher Bestehende sich anzueignen, das Objective zur subjectiviren; dieselbe Lebenskraft nun nicht mehr in ihren verschiedenen Actionen jene Harmonie beobachtend, woraus die Einheit hervorgeht; ist nun im Streite mit sich selbst begriffen, und das in einem um so höhern Grade, je energischer, der jedesmaligen Natur des organisirten Wesens gemäß, die Lebensäußerungen sind. Die stärksten Individuen werden durch Krankheiten gewöhnlich am schnellsten dahingerafft.

§. 369. Man erwäge aus der Geschichte Roms die Menge von unternommenen Kriegen, das viele vergossene Blut, die Unterjochung so mancher Nationen, die sich darstellenden großen Thaten so mancher Art, die vielen Triumphe, die sonderbaren Verbindungen von Politik, von Wachsheit, von Klugheit, von Beharrlichkeit, von Tapferkeit; das verfolgte Ziel, sich alles zu unterwerfen, durch so zweckmäßig begonnenen, so gut ausgeführten und so glücklich zu Stande gebrachten Plan; wozu hat alles dieß endlich gedient als dazu, um fünf oder sechs menschliche Ungeheuer mit irrdischem Glücke zu überladen (S. 131.).

Die Schöpfungen des einzelnen Menschen, so wie ganzer Nationen sind immer nur vorübergehende Erscheinungen, in denen der Keim der eigenen Vernichtung um so kräftiger hervortritt, je mehr das aus den Händen des Menschen entsprossene Werk an Größe zunimmt, je mehr es sich jenem Grade nähert, wo man sich geneigt fühlen möchte, den Meister in seinem Werke zu bewundern.

Analogie. Eine Horde von Hirten oder Jägern, durch äußere Angriffe bedroht, oder auch durch erhöhte vermehrte Bedürfnisse aufgefodert, in wechselseitige Verhältnisse zu treten, die Kräfte der Einzelnen in einer einzigen Gesammtkraft zu concentriren; eine solche Horde verfällt unvermerkt in den Zustand des bürgerlichen Verbandes. Der Thätigkeitstrieb durch erhöhte Kraft gesteigert, führt nun allmählig weiter und weiter; ein Bedürfniß schafft das Folgende, das erhöhte Verlangen führt auf die Nothwendigkeit der

Digitized by Google

Mittel des Erlangens, und so steigt die Geistescultur, so wächst der Hang und das Vermögen, sich fremde Nationen zu unterwerfen. Die Nation wird allmählig extensiv und intensiv größer und bedeutender, alle ihre Verfügungen tragen das Gepräge von Einheit, Consequenz, Planmäßigkeit, äußern einen Grad von Egoismus, als wäre alles Uebrige Mittel, jene Nation allein den Zweck. Allein bald ändert sich die Ansicht der Dinge; die Einzelnen vergessen, daß die Aufopferung der Einzelnen für das Ganze, daß Einheit des Willens es ursprünglich waren, denen sie ihre Größe zu verdanken haben; übermüthig durch Glück und Siege, des Gefühls der Nothwendigkeit gegen drohende Gefahr, bloß mit Berücksichtigung des Ganzen gemeinschaftlich zu kämpfen nicht mehr eingedenk, handelt jeder für sich, und es tritt jener isolirte Zustand wieder ein, welcher ursprünglich an der rohen Horde bestand. Und so zerfällt denn das schöne Gebäude menschlicher Weisheit gegründet auf so manche große That, die den Adel des Menschen hoch verkündet. Die Nation verschwindet so vollkommen, daß nur die Geschichtbücher uns ihr Andenken aufbewahren und daß wir nur noch in den aus den Splittern jener Nation abstammenden Staaten hie und da schwache Merkmale des Charakters des gemeinschaftlichen Stammvolkes bemerken können.

Der Geist des Menschen schafft Systeme, und kaum sind diese zu ihrer Reife gediehen, als sie durch andere vernichtet werden.

Das organische Wesen beginnt die ersten Grade seiner Bildung in kaum bemerklichen Keimpünktchen; schreitet von da allmählig weiter, äußert sich zunehmend energisch im Assimiliren und Ausscheiden, folglich im Subjectiviren des Objectiven, im Beherrschen der Außenwelt, und alles dieß mit einer Zweckmäßigkeit, mit einem Grade von Egoismus, als wäre die ganze Schöpfung dazu bestimmt, sich um dieß organisirte Wesen als einem Centralpunkte zu drehen; aber bald tritt der Culminationspunkt der Lebensperiode ein, und es eilt das organisirte Wesen mit raschem Schritte der Verwesung entgegen; es tritt in das Formlose zurück, woraus dann wieder unzählige Gebilde organischer Formationen hervortreten, in denen ganz andere Typen sich aussprechen, die aber den Grundtypus einer währenden Veränderlichkeit des Zustandes nach irgend einem Gesetze der Continuität nicht verläugnen.

Die Bewegungen der Himmelskörper um irgend einen gemeinschaftlichen Centralkörper, der Planeten und Cometen um ihre Sonne, der Trabanten um ihre Planeten, was sind alle diese Bewegungen anderes, als ein unaufhörliches Streben, sich vom Centralkörper zu entfernen, um sich denselben wieder zu nähern, oder umgekehrt.

Und ſo ſehen wir denn, daß zwar jede Action der Natur, einzeln für ſich betrachtet, ſo erſcheine, als beſtünde ſie einzig und allein, als wäre alles nur zu ihrem Dienſte geſchaffen, als wäre das Reſultat jener Action, ein endlich zu erreichen bleibender Endzweck; daß hingegen bei Betrachtung aller Actionen zuſammen genommen, bei Erwägung ihrer wechſelſeitigen Einwirkung, daß dann die Geſammtaction der Natur, welche ſich in unendlich vielerlei Modificationen äußert, keinen letzten bleibenden Endzweck beabſichtige, ſondern daß gleichſam in der Natur ein Streben nach unaufhörlichem Wirken, Schaffen und Vernichten beſtehe, und wozu das? um zu ſchaffen und zu vernichten. Die Action der Natur iſt in ſich ſelbſt bedingt, und wenn uns das unbegreiflich ſcheint, ſo kommt es daher, daß wir Alles auf unſere individuellen Actionen zurückführen wollen, und nicht bedenken, daß wir ja nur einen einzelnen Theil der geſammten Natur ausmachen.

§. 370. In der Folge war das Leben der Kaiſer mehr geſichert, und hiedurch verloren ſie in ihrem Verfahren ihre ehemalige Rohheit..... (S. 156.). Die Tyrannei nahm eine andere Richtung; ſie war weniger gewaltthätig, wirkte aber deſto mehr im Verborgenen..... (S. 156.). Liſt, ausgeſuchte Künſte, im Stillen verübte Handlungen waren es, welche nun weit mehr wie zuvor dazu dienen mußten, den Hof zu beherrſchen, und wodurch der Hof ſeinen Einfluß behauptete. Statt der Kühnheit, womit ehedem eine ſchlechte That beſchloſſen ward, und ſtatt jener ungeſtümen Kraft, womit ſie dann allemal ausgeführt wurde, ſtatt deſſen ſah man nun bloß mehr die Laſter ſchwacher Geiſter herrſchen und nur mehr überlegte Verbrechen ſich entwickeln (S. 156.). Nichts wurde mehr deutlich ausgeſprochen, Alles ward nur ſtumm angedeutet, alles Verdienſt ward herab geſetzt; Staatsmänner und Feldherren wurden unaufhörlich jener Gattung von Menſchen ausgeliefert, welche es weder vermögen dem Staate ſelbſt zu dienen, noch es leiden können, daß irgend Jemand die Bahn des öffentlichen Dienſtes ruhmvoll betrete (S. 156.).

Theils die Furcht der Kaiſer, theils die Schwäche des Reichs veranlaßten, daß man ſeine Zuflucht dahin nahm, jene feindlichen Horden, welche das Reich zu überſchwemmen bedrohten, durch Geld zu beſänftigen (S. 166.).

Wenn in einer Nation jene Einheit verſchwindet, wornach der Einzelne ſich nur als dem Ganzen untergeordnet betrachtet, wornach nur ein Wille, ein Streben, nur ein Geiſt das Ganze beſeelt, wenn Partheien entſtehen, deren jede ſich nur durch Kämpfen gegen die Uebrigen zu erhalten im Stande iſt; ſo beginnt die Nation den erſten Schritt zu ihrem politiſchen Untergange; ſie iſt in einem Zuſtande von Schwäche, von Wehrloſigkeit gegen fremde Nationen; jedoch nicht aus Mangel an Kraft, ſondern bloß aus einem fehlerhaften Syſteme in den Richtungen dieſer Kräfte zu einander, ja! es vermag ſogar eine von außen drohende Gefahr die Partheien zu vereinigen, allen Kräften ein centrales Hinauswirken zu ertheilen, und ſo dem Staate ſeine urſprüngliche Feſtigkeit politiſcher Exiſtenz wieder zu geben. Iſt aber einmal eine Nation auf jenen Grad von Erſchlaffung

und Nichtswürdigkeit herabgesunken, daß selbst die Verbrechen nicht mehr einen gewissen Grad von Kraft und einer noch nicht gänzlich erloschenen Seelengröße verkünden, sondern daß sie nur mehr den Character von Feigheit und Erbärmlichkeit mit sich führen, ist es einmal dahin gekommen, daß Jeder durch den höhern Standpunkt des andern nur zum Neide und nicht selbst zu einem kühnen Emporschwingen, zum offenen Kampfe aufgefordert wird; ist einmal das Herrschen jenen kleinen Seelen zu Theile geworden, welche in heimlicher Thätigkeit die Grundpfeiler der Monumente menschlicher Größe untergraben, ist einmal dieser bejammernswürdige Zustand eingetreten, so ist das Verschwinden der politischen Existenz für die Nation beschlossen; ihre Schwäche und Wehrlosigkeit rührt aus einem wirklichen Mangel von Kraft her; es wird an ihrer Schwächung, Erniedrigung und Schändung unaufhörlich gearbeitet, und zwar planmäßig nach einem Systeme, das in dem zerrütteten Wesen der Nation seinen Grund hat.

§. 371. Die Geschichte der Römer läßt sich mit wenig Worten auf Folgendes zurückführen: Sie besiegten alle Völker durch ihre politischen Grundsätze; als sie aber dieß Werk zu Stande gebracht hatten, so konnte ihre republikanische Verfassung fernerehin nicht mehr bestehen. Diese bedurfte einer gänzlichen Umwandlung; nun aber traten mit der neuen Regierungsform auch politische Grundsätze ein, welche den Sturz dieses mächtigen Reiches veranlaßten (S. 169).

Nicht das blinde Schicksal ist es, wodurch Nationen beherrscht werden: hiezu liefern die Römer einen offenbaren Beleg; sie, welchen eine unausgesetzte Folge glücklicher Ereignisse zu Theil ward, so lange sie sich selbst nach einem gewissen Plane leiteten, die hingegen eine unausgesetzte Reihe von Mißgeschicken erleiden mußten, als sie nach einem andern Systeme verfuhren. Es gibt allgemeine Grundursachen, wie mögen diese als moralische oder physische betrachten, welche den Gang jeder Monarchie (überhaupt wohl jeder bestehenden Verfassung) bestimmen, welche das politische Leben derselben erhöhen, erhalten, oder ersticken. Alle Zufälligkeiten sind jenen allgemeinen Grundursachen unterworfen, und wenn der zufällige Ausgang einer Schlacht, folglich eine einzelne Begebenheit, den Staat zu Grunde geleichtet hat, so muß man sagen, es sey schon in den allgemeinen Grundursachen als beschlossen gelegen, daß dieser Staat durch eine einzige Schlacht vernichtet werden sollte. Kurz! der allgemeine Zustand des nationalen Wesens ist es, welcher alle einzelnen zufällig erscheinenden Begebenheiten herbeiführt (S. 169.).

Manche Bemerkung ließe sich hier noch hinzufügen, manche Analogie, besonders aus der lebenden Natur, möchte hier ihre Stelle finden; allein, was ließe sich hier sagen, das an Wahrheit und Erhabenheit der Idee nicht jenen Betrachtungen weit nachstünde; wozu möchte es dienen, dasjenige durch Analogie zu erläutern, welches aus dem Geiste der Geschichte so scharfsinnig und richtig aufgefaßt, so klar und lebendig ausgedrückt ist!

§. 372. Rom konnte es nicht hindern, daß Attila alle Nationen des Nordens sich unterwarf; dieser breitete sich von der Donau bis zum Rheine hin aus, zerstörte alle Festungswerke und Vertheidi-

digungswerke, die an diesen Flüssen waren aufgebaut worden, und machte sich beide Reiche glaubhaft (S. 176.).

Nach Attilas Tode fielen die barbarischen Nationen wieder aus einander; allein die Römer waren bereits so geschwächt, daß auch das kleinste Volk ihnen gefährlich werden konnte (S. 178.)

Es war eben nicht dieses oder jenes feindliche Einfallen wodurch das Reich zu Grunde ging, sondern alle feindlichen Einfälle zusammen genommen trugen dazu bei. Seit jenem so allgemeinen Eindringen der Barbaren unter Gallus schien das römische Reich wieder hergestellt worden zu seyn, indem es seit jener Zeit Nichts von seinem Lande verlohren hatte, allein es ging Schritt vor Schritt fortwährend seinem Verfalle und endlich seinem gänzlichen Untergange entgegen, bis es unter Arcadius und Honorius plötzlich zusammenstürzte (S. 179.).

Man hatte die Barbaren in ihr Land zurückgedrängt; aber umsonst! sie hätten sich ohnedieß zurückgezogen, um ihre Beute in Sicherheit zu bringen. Man richtete große Verheerungen unter denselben an; allein was half dieß! die Städte waren darum nicht weniger zerstört, die Dörfer ein Raub der Flammen geworden, die Familien getödtet und zerstreut (S. 179.).

Wenn die Barbaren eine Provinz ausgeplündert hatten, so sahen sich die ihnen nachfolgenden genöthigt, aus Mangel an Raub die nächst anliegenden Provinzen zu überschwemmen. Sie fingen erst dann an sich in den Provinzen festzusetzen, als sie nichts mehr zu rauben fanden, und als die Römer nicht mehr im Stande waren, durch ungeheure Tribute ihre Rückzüge zu erkaufen (S. 179. S. 180.).

Nachdem das Reich wirklich (nicht bloß dem Nationalsinne nach, sondern auch rücksichtlich seiner äußern Form) getheilt worden war, so weigerten sich die orientalischen Kaiser ihre Verbindungen mit den Barbaren aufzuheben, um dem occidentalischen Reiche Hülfe zu leisten (S. 181.)

Die Kaiser, welche im Occident herrschten, handelten oft mit vieler Staatsklugheit. Sie sahen ein, daß es wesentlich darauf ankomme, Italien, welches so zu sagen als der Kopf und das Herz des Reichs zu betrachten war, zu retten u. s. w. Dieß wohl ausgedachte System, wornach die Barbaren hätten können gezwungen werden, in der Folge den Römern unterwürfig zu werden, ward durch eine Empörung vereitelt, welche dem Reiche im höchsten Grade nachtheilig war u. s. w. (S. 182.).

Heben wir diese Hauptmomente aus der Untergangsperiode des ehedem so unüberwindlichen allenthalben so fürchterlichen Roms heraus, und fassen sie in einen Hauptüberblick zusammen, so sehen wir, daß jenes historisch so merkwürdige Reich nicht etwa aus dieser, oder jener Veranlassung zu Grunde ging, sondern aus einer unzähligen Menge von Veranlassungen zu gleicher Zeit: oder, wie uns dieß ein noch tieferer Blick in die Natur des Gegenstandes beweißt, daß das römische Reich durch ein inneres Gebrechen, gleichsam durch einen organischen Fehler in jenen Zustand von Disharmonie, von Entzweiung, und

hiedurch auf einen Grad von Schwäche, von Hinfälligkeit verfallen mußte, wornach jede kleine Veranlaſſung hinreichen mochte, das Reich ſeinem Untergange näher zu führen. Nicht dieſe oder jene Veranlaſſung zerſtörte das römiſche Reich, nein! aus der fehlerhaften Organiſation Roms traten alle jene Veranlaſſungen nothwendig hervor. Rom ging zu Grunde, eben ſo ſehr durch innere Angriffe auf ſich ſelbſt, als durch äußere Angriffe, gegen welche es nur ohnmächtigen Widerſtand leiſten konnte, da es ja mit ſich ſelbſt nicht mehr einig war.

Analogie. So iſt überhaupt der Verfall und der endliche Untergang jedes organiſirten Weſens, ſowohl eines lebenden Individuums als einer bürgerlichen Organiſation im Allgemeinen das Reſultat einer ſchon beſtehenden Prädisposition zum Verfalle und zugleich von außen her ſchädlich einwirkender Umſtände. Iſt aber einmal jene Prädisposition vorhanden, hat das organiſche Weſen einmal den Keim der Verweſung in ſich aufgenommen, ſo wird beinahe jeder äußere Einfluß eine Veranlaſſung zu deſſen Untergange; und jenes entläuft ſeinem Schickſale nicht mehr, mag auch hie und da, durch Zufall oder kluge Maaßregeln, die eine oder die andere Veranlaſſung beſeitigt werden; denn hiedurch wird das Untergehen, die Zerſtörung, das Aufheben der Wechſelwirkung unter den Beſtandtheilen eines organiſirten Syſtems zwar aufgeſchoben, aber nicht aufgehoben. Auf dieſen letzten Geſichtspunkt bezogen, gibt es in der That die ganze Natur hindurch ein unausweichliches Verhängniß; das Fatum iſt nicht bloß eine Fiction, ſondern es läßt ſich factiſch allenthalben auffinden. Wir verſtehen nämlich unter dem Fatum irgend eines Weſens jene demſelben innewohnende Prädisposition, wornach jede äußere Einwirkung ſehr leicht zur Veranlaſſung wird, jenen Typus an dem Weſen zu wecken, welcher ſich auf den Uebertritt in jenen Zuſtand bezieht, welcher Zuſtand dem Weſen als prädeſtinirt erſcheint, d. h. in welchen das Weſen zu verfallen nicht ausweichen kann, es mag übrigens von Zufall und Spontaneität geleitet, in dieſe oder jene Lage kommen. So entgeht eine von der republikaniſchen Tugend gewichene, durch Egoismus, niedrige Leidenſchaften und Sclavenſinn beherrſchte Nation, der wirklichen Sclaverei nicht, ſie mag dieſe oder jene Conſtitution wählen und einführen. Unter jeder Conſtitution kann Sclaverei, unter jeder kann bürgerliche Freiheit beſtehen, das eine und das andere geht nicht von der Conſtitution aus, ſondern vom Geiſte und der Geſinnung der Nation ſelbſt. Daher wird aus einem Sclavenvolke auch nie ein freies Volk entſtehen, eben ſo wenig, als aus einer verwelkten Blume eine aufkeimende Knospe.

§. 573. Da die Völker Hordenweiſe planlos unter einander verbunden in das Reich eindrangen, ſo kreuzte ſich ihr Intereſſe wechſelſeitig; und die ganze Politik beſtand damals darin, Zwiſt und

Uneinigkeit unter ihnen anzuspinnen, welches bei ihrer Rohheit und ihrem Geize nicht schwer fiel (S. 184.).

Die meisten dieser von Norden her eingebrochenen Völker, welche sich in den südlichen Ländern festgesetzt hatten, wurden bald von der herrschenden Weichlichkeit der Ueberwundenen angesteckt, und wurden hiedurch unfähig, die Beschwerlichkeiten des Krieges zu ertragen. Die Vandalen waren im Pfuhle der Wollust versunken, ausgesuchte Leckerbissen, weibische Kleidung, Bäder, Musik, Tanz, Gärten, Theater, waren ihnen zum unentbehrlichen Bedürfnisse geworden (S. 186.).

Ein rohes ungebildetes tapferes Volk, das in seiner ursprünglichen Reinheit aus der Hand der Natur hervortritt, hat seinen ganzen Werth, seine ganze Kraft in der Einfachheit seiner Sitten, in seiner Genügsamkeit, in seiner Treuherzigkeit, in seiner physischen Kraft, und der aus dem Bewußtseyn derselben entspringenden Tapferkeit, endlich in der blinden Hingebung an denjenigen, den es als seinen Heerführer anerkennt. Ein solches Volk versinkt aber auch sogleich in seine Nichtigkeit, wie es von jenen Characterzügen abweicht. Es vermag dann nichts mehr gegen die List und Kunstgriffe gebildeter Nationen, und trägt schon das ihm unvermerkt auferlegte Joch, wenn es noch schwelgend von seinen Siegen träumt. Auch nimmt gewöhnlich ein barbarisches Volk von Eroberern jenes schmähliche Ende; denn es nimmt sehr leicht alle Gebrechen cultivirter Nationen an, ohne an der Bildung derselben Theil zu nehmen; höchstens vermag es das Aeußere in Ausdrücken, Gebehrden und Lebensart, das dem Gebildeten zukömmt, nachzuäffen.

Wäre das römische Reich nicht schon so tief gesunken gewesen, und wären nicht unausgesetzt barbarische Horden nachgerückt, so würde durch jene barbarischen Völker Rom nicht untergegangen seyn; allein, es ging größtentheils durch sich selbst unter.

§. 374. Belisar eroberte Carthago, Rom und Ravenna, und ließ die Könige der Gothen und Vandalen gefesselt nach Constantinopel führen, wo man wieder nach so langer Zeit die alten Triumphe sich erneuern sah. Die tyrannische Regierung Justinians vermochte weder die Größe jenes Geistes, noch das Erhabene jenes Genius zu unterdrücken. Unter einem Feldherrn, welchem alle Eigenschaften und Grundsätze der ersten Römer noch eigen waren, bildete sich eine Armee, noch ganz jener gleich, als ehedem die römischen Heere waren.

Allein das unwürdige Verfahren Justinians, seine Verschwendung, seine Bedrückungen, seine Raube, seine unmäßige Sucht zu bauen, zu verändern, das Herkömmliche nieder zu reißen und anders zu schaffen; die Unbeständigkeit in seinen Zwecken, die Härte und Schwäche seiner Regierung, welche, seines langwierigen Greisenalters wegen, kein Ende nehmen wollte; dieß alles waren unglückliche Ereignisse, welche sich zu unnützen Siegen und zu einem fruchtlosen Ruhme gesellten. Je schneller die Eroberungen gemacht wurden, desto weniger waren sie von Dauer (S. 189. und S. 190).

Digitized by Google

Eine große Nation ſinkt nie ſo tief herab, daß nicht hie und da noch große Männer hervorragen, denen noch ganz die Weihe ihrer Voraltern zuerkannt werden muß. Allein jene vermögen nicht, die alte Größe der Nation wieder herzuſtellen; denn dazu iſt der beträchtlichere Theil derſelben nicht mehr fähig. Sie ſind gleichſam das, was an einer Ruine eines großen Monuments menſchlicher Kunſt und menſchlichen Unternehmungsgeiſtes jenes hie und da aus den Trümmern hervorragende unverzehrte alte Gemäuer iſt, aus deſſen unverſtellten Zügen das Bild antiker Größe hervortritt, aus deſſen Contraſte mit dem Uebrigen, in das Formloſe zurückgeſchleuderten, das Vergängliche alles Menſchlichen ſich ausſpricht.

§. 375. Im orientaliſchen Reiche hatte ſich ein Grad von Kleinheit und Erbärmlichkeit dergeſtalt des Nationalcharacters bemächtigt, daß es allen Unternehmungen an Zweckmäßigkeit gebrach; es entſtanden Unruhen ohne Grund und Staatsumwälzungen ohne Zweck. Eine allgemein herrſchende Andächtelei erſtickte allen Muth, und lähmte das ganze Reich (S. 216.).

Streitigkeit und Gehäßigkeit unter Religionsſecten, herrſchendes Mönchthum, ein Mißverhältniß unter der geiſtlichen und weltlichen Gewalt, eine unbegreifliche Wuth nach theologiſchen Spitzfindigkeiten, über deren Widerlegung oder Vertheidigung die dringendſten politiſchen Verfügungen vernachläſſigt wurden; kurz eine Menge von Umſtänden, welche als Reſultate des Verfalles der Sitten und des Nationalcharacters betrachtet werden können, waren die Urſachen des politiſchen Verfalles und endlich des Unterganges des orientaliſchen Reiche.

Daß dieß Reich, trotz aller ſeiner Schwächen und Gebrechen dennoch lange Zeit gegen ſo mancherlei Angriffe, namentlich gegen die tapfern von hohem Enthuſiasmus begeiſterten Araber, ſich eine lange Zeit hindurch erhalten konnte; dieß liegt in mancherlei Urſachen, wohin vorzüglich die Kreuzzüge, noch mehr aber das Verfahren der Araber ſelbſt gerechnet werden müſſen. Nachdem nämlich dieſe jenes Reich angegriffen und ſich mehrerer Provinzen deſſelben bemächtigt hatten, ſtritten ſich ihre Heerführer um das Califat, und das Feuer ihres urſprünglichen Eifers brachte nun bloß mehr bürgerliche Uneinigkeiten unter ihnen hervor. Dieſelben Araber, nachdem ſie Perſien erobert, und nachdem ſie ſich darein getheilt hatten, waren hiedurch ſo geſchwächt worden, daß die Griechen ſich nicht mehr genöthigt ſahen, ihre Hauptmacht an den Ufern des Euphrates zu concentriren (S. 217.).

In dieſem Verfahren der Araber erblickt man ſchon den Keim eines künftigen Unterganges, auch ihrer mit ſo vieler Kraft und Energie geſtifteten Staaten.

Analogie. Und ſo iſt es überhaupt in der ganzen Natur. Die zerſtörenden eine neue Schöpfung bildenden Kräfte tragen ſchon das Gepräge des künftigen Untergehens ihres Werkes mit ſich. Sind auch die erſten Impulſe heftig, beziehen ſie ſich auch anfangs

auf jene zweckmäßige Harmonie in der Gesammtwirkung woraus ein für sich bestehendes Ganze mit individueller Selbstbestimmung hervorgehen kann, so tritt in der Folge allemal ein nachtheiliges Streben nach Extension mit ein; das Endliche will das Unendliche umfassen, und so stürzt es erschöpft in das Formlose zurück; jedoch nicht in ein ewiges Chaos, sondern um in andern Verbindungen und Combinationen unter neuen Gestalten zu erscheinen. Keine Action der Natur hat einen letzten Endzweck, alles Schaffen führt zur Vernichtung, alles Vernichten zu neuen Schöpfungen.

Digitized by Google

Geiſt des Ganzen

in gedrängter Ueberſicht.

Das Erſcheinen der Natur überhaupt.

Die Erſcheinungen am Geiſte werden durch die Actionen in der Natur hervorgebracht.
Die verſchiedenen Actionen bloße Modificationen einer einzigen Action.

1) Anatomismus und Plaſticismus.
   a) Anatomismus und Plaſticismus am Weltgebäude.
   b) Anatomismus und Plaſticismus an unſerm Planeten ſelbſt.
      α) Am Anorganiſchen
      β) Am Organiſchen
      } rückſichtlich unſers Planeten.
   c) Anatomismus und Plaſticismus am Organiſchen für ſich. Am Ponderabeln und Imponderabeln.
   d) Anatomismus und Plaſticismus an der Pflanze für ſich.
   e) Anatomismus und Plaſticismus an Zoophyten und Phytozoen für ſich.
   f) Anatomismus und Plaſticismus am Thiere für ſich.
   g) Anatomismus und Plaſticismus am Organiſchen für ſich.

2) Mechanismus.
   a) Mechanismus an irgend einem Syſteme von materiellen Punkten.
   b) Mechanismus am Weltgebäude.
   c) Mechanismus an unſerm Planeten ſelbſt.
      α) Am Anorganiſchen
      β) Am Organiſchen
      } rückſichtlich unſers Planeten.
   d) Mechanismus am Organiſchen für ſich.
   e) Mechanismus an der Pflanze für ſich.
   f) Mechanismus an Zoophyten und Phytozoen für ſich.
   g) Mechanismus am Thiere für ſich. Willkührliche, unwillkührliche Bewegungen.

h) Mechanismus am Organischen für sich. Fortwährende Massenveränderung an Quantität, Qualität und Identität.

3) Chemismus.

a) Chemismus überhaupt.

b) Chemismus am Anorganischen.

c) Chemismus am Organischen. Atomistische Ansichten der lebenden Natur. Naturphilosophie.

4) Combinationismus.

5) Imponderabilismus. Wärmeerscheinungen. Lichterscheinungen. Analogien unter diesen Erscheinungen. Elektricitätserscheinungen. Galvanische Erscheinungen. Magnetische Erscheinungen.

6) Meteorismus.

7) Organismus. Einige Impulse um das Bild des Lebens im Geiste hervor zu rufen. Hauptmomente am Formlosen, Crystallinischen, Organischen.

a) Organismus überhaupt.

b) Organismus an der Pflanze insbesondere.

c) Organismus an Zoophyten und Phytozoen insbesondere.

d) Organismus an Thieren insbesondere.

8) Anthropismus.

Das Erscheinen der Natur insbesondere, und die sich hieraus ergebende Charakteristik der Natur.

§. 1.....

Erste Abtheilung.

Anatomismus und Plasticismus.

§. 2. Der Anatomismus und Plasticismus äußert sich dadurch, daß.....

a) Anatomismus und Plasticismus am Weltgebäude.

§. 3. Unregelmäßigkeit. Vorgehender Crystallisationsproceß am gestirnten Himmel.

§. 4. Durchmesser und Dichte der Planeten..... Gibt es Planeten über Uranus hinaus? Immer einerlei Seite des Mondes uns zugewandt. Cometenschweif stets von Sonne abgewandt.

b) Anatomismus und Plasticismus an unserm Planeten unmittelbar.

§. 5. Sphäroid.....

Digitized by Google

α) Anatomismus und Plasticismus, rücksichtlich des Anorganischen.

§. 6. Schichtung, Lagerung der Gebirgsmassen. Geognostische Erscheinungen.
Geognostische Theorie. Formationen. Wasserbedeckungen.
Hypothesen über Ursache dieser Veränderungen.
Bildungsperiode der Metalle.
Vertheilung der Metalle in beiden Hemisphären.
Vorkommen der Metalle.
Zerstreute ungeheure Felsenblöcke auf fremdartigen Boden.

§. 7. Relative Lage der Mineralquellen gegen einander.

§. 8. Salzgehalt der Meere, von Lage abhängig.

§. 9. Declination und Inclination der Magnetnadel, von Lage abhängig.

§. 10. Wenig Regelmäßiges, rücksichtlich physischer Geographie (Maltebrun).

Kurzer Ueberblick jener Gruppirungen, die sich auf die Oberfläche unserer Erde beziehen.

§. 11. Hauptgebirge.....

§. 12. Gebirgskessel.....

§. 13. Hauptflüsse.....

§. 14. Verschiedene Höhen über Meeresfläche.....

§. 15. Meerestiefen.

§. 16. Vulkane.

β) Anatomismus und Plasticismus an unserm Planeten, rücksichtlich des Organischen.

§. 17. Abdrücke, Versteinerungen.

§. 18. Verbreitung nicht immer nach natürlichen Bildungsreihen.
Physische, geographische Verbreitung organischer Körper auf unserm Planeten.
Verschiedenes Verhalten der nördlichen und südlichen Hemisphäre.
Verbreitungsgesetze vom Nordpole nach dem Südpole hin.

c) Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen für sich allein betrachtet ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 19. Secundäre Formen der Crystalle lassen sich auf primitive reduciren.
Hauy crystallographische Gesetze. Molecules integrantes.
Flüssigkeit der Mutterkörper alles Geformten.

§. 20. Crystallform fängt als Blättchen an.

Cryſtalliſiren der Flüſſigkeiten durch Berührung mit Cryſtallen.
Typus zur Cryſtalliſation geweckt, wie beim Stoße der Typus zur Bewegungsaction geweckt wird.

Betrachtungen über Cryſtalliſiren und Auflöſen, ſo wie über die Bedeutung dieſer Actionen unter den Naturerſcheinungen überhaupt.

§. 21. Oscillation in den Actionen des Cryſtalliſirens und Auflöſens. Nach Anſchießen der Cryſtalle iſt die Mutterlauge noch fähig, pulveriſirte Cryſtalle derſelben Art aufzulöſen. Analytiſche Betrachtungen hierüber.

§. 22. Cryſtalliſiren wird befördert durch Zutritt von Luft. Analogie mit Erſcheinungen von Sympathie und Antagonismus.

---

§. 23. Erſcheinungen der Capillarität.
Laplace Theorie.

§. 24. Es ſoll verſucht werden, die Erſcheinungen der Capillarität auf eine Weiſe auszulegen, die mit der Auslegung der übrigen Erſcheinungen der Natur mehr übereinſtimmt, als wenn die Capillarerſcheinungen bloß als Reſultat der Attraction betrachtet werden.

Verſuch einer Auslegung der Cryſtalliſations- und Capillariſationserſcheinungen und deren Bedeutung unter den Naturerſcheinungen überhaupt feſtzuſetzen.

§. 25. Wie über die Natur philoſophirt werden ſolle.

§. 26. Cryſtalliſiren und Capilliariſiren ſind Aeußerungen von Activität an der Flüſſigkeit, zu welcher Aeußerung die Flüſſigkeit durch das ſie berührende Cryſtalliniſche aufgefordert wird. Im erſten Falle beſteht Activität mit hohem Grade individueller Selbſtbeſtimmung; im letzten Falle Activität ohne individueller Selbſtbeſtimmung (bloß mit Beziehung auf die übrige Maſſe*)).

Daß das Capillariſiren in einer Flüſſigkeit ſich als aufſteigend, in einer andern Flüſſigkeit ſich als niederſteigend manifeſtirt, deutet auf zweierlei Prädispoſitionen zur Stimmung des Typus zur Capillaraction.

§. 27. Warum erfolgt Cryſtalliſiren am Waſſer nicht bei deſſen größter Dichte, 2,736° R.?

---

*) Erblicken wir in den Erſcheinungen der ſuborganiſchen Natur die Aeußerungen eines niederern Lebens, und trachten hiernach das Walten des Lebens zu characteriſiren; ſo kann uns dieß dahin führen, das Weſen auch des höhern Lebens zu ahnden, und ſolchermaßen den Geiſt der Natur auf eine homogene Weiſe aus allen Erſcheinungen zu entziffern; aber anderer Seits verlieren einzelne Geſetze an den Erſcheinungen der ſuborganiſchen Natur an Beſtimmtheit gegen den Fall, wo dieſe Erſcheinungen mathematiſch-atomiſtiſch betrachtet werden.

Digitized by Google

§. 28. Erklärung: warum Aufsteigen im benetzten Haarröhrchen besser als im unbenetzten vor sich gehe.

§. 29. Bei den Aeußerungen von Activität am Crystallisiren und Capillarisiren wird an der Schwere nichts geändert.

§. 30. Materie des benetzten Haarröhrchens ist ohne Einfluß des Capillarisirens.

§. 31. Unregelmäßigkeit im Capillarisiren bei Temperaturgraden, die nahe am Frierpunkte sind.

§. 32. Analogie mit lebender Natur.

§. 33. Analogie aus der Mechanik.

§. 34. Attractionen lassen sich ja aber beim Crystallisiren und Capillarisiren nicht läugnen. Sehr wahr! Allein, daraus folgt nicht, daß jene Attractionen die Ursachen des Crystallisirens und Capillarisirens seyen; es können vielmehr jene Attractionen bloß als Aeußerungen eines Streites betrachtet werden. In der That ergibt sich aus dieser letztern Ansicht die schönste Analogie mit andern Erscheinungen von der Bewegung an, bis zu den Actionen des Geistes hin.

§. 35. Nach unsern Ansichten wird ja aber die Mathematik hie und da aus der Naturphilosophie verbannt. Wohl möglich! Ist uns denn aber eine weniger helle Ansicht der ganzen Natur nicht nützlicher als die Ansicht eines einzelnen Sandkorns vom grellsten Lichte beleuchtet? Ueberdieß aber verbannen wir nicht die atomistisch-mathematische Methode aus der Naturphilosophie; nur sey uns nebenher gestattet, die Natur nicht bloß dieser einseitigen und steifen Ansicht zu unterwerfen, sondern sie zugleich auch vom letzten Sonnenstäubchen an bis zu unserm Geiste hin, im Gewande des Lebens zu erblicken, und solchermaßen das Gesetzsystem der Natur von zwei entgegengesetzten Polen aus zu durchwandern.

---

§. 36. Anatomismus und Plasticismus auch am Imponderabeln.

§. 37. Lichtenbergsche Figuren ꝛc. Gestalt des Schnees ꝛc.

§. 38. Farbengruppirungen am spectrum solare; Temperatursgruppirung daselbst.

§. 39. Durchsichtig. Undurchsichtig. Einfalls- und Brechungswinkel.

§. 40. Beispielweise Erläuterung, wie über Natur philosophirt werden solle. Die Gesetze der Erscheinungen sind ohne vorgefaßte Meinung im schlichten Sinne des Forschenden mit kindlicher Unbefangenheit aufzufassen, und an diesen Gesetzen mögen sich dann Verstand und Phantasie frei und ungezwungen üben; Verirrungen sind hier für die ganze Lehre nicht gefährlich; da wir nie in unsern fernern Forschungen von idealen Resultaten ausgehen, sondern immer nur von den Erscheinungen selbst. Die Gesetze der Erscheinungen sind die Quelle, woraus wir den Geist der Natur auszulegen uns bemühen, ohne unsere Auslegungen als ausgemachte Wahrheiten zu betrachten. Warum bemühen wir uns aber dann, den Geist der Natur auszulegen? Weil hierin ein Zweck unserer Existenz liegt, weil in jenen Uebungen unser Geist seine höchste Bildung erreicht, und die Wahrheit aus der reinsten Quelle zu schöpfen lernt, aber auch nur lernt.

§. 41. Sogenannte doppelte Strahlenbrechung nur erwähnt; das weitere davon im Artikel Imponderabilismus.

Digitized by Google

§. 42. Leuchtender, beleuchteter Punkt. Wo ein solcher Punkt erscheint, wenn zwischen ihm und uns Mittel von veränderlichen Brechbarkeiten bestehen. Irdische und astronomische Strahlenbrechung.

§. 43. Hier soll Dalton's Atomenlehre, welche freilich zu keiner geistigen lebendigen und allgemeinen Ansicht der Natur führen kann, vorgetragen werden, da sie wenigstens sinnreich ist.

§. 44. Dalton's Atomenlehre.

d) Anatomismus und Plasticismus an der Pflanze, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 45. Minimum und Maximum der Organisation.

§. 46. Bestimmte Lage der Blätter, strahlenförmige Bildung der Befruchtungstheile.

§. 47. Keine innern Organe in eigenen Höhlungen, Alles läßt sich in Zellgewebe und Pflanzenfaser mechanisch trennen.

§. 48. Lage und Bestimmung der Zellen und Gefäße.

§. 49. Gemme, Auge, Knospe.

§. 50. Spiralgefäße.

§. 51. Wurzel, Wurzelstock, Stamm, Aeste....., Holzscelet, Holzfleisch.

§. 52. Luft in Pflanzen.

§. 53. Gefärbter Saft.

§. 54. Anatomismus und Plasticismus am Blatte.

§. 55. Epidermis, Spaltöffnungen, Papillen, Haare.

§. 56. Knolle. Aechte und unächte Zwiebel. Blüthe.

§. 57. Saamen, Embryo, Cotyledonen ꝛc. ꝛc.

c) Anatomismus und Plasticismus an Zoophyten und Phytozoen, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 58. Beinahe bloßes Zellgewebe; Spuren von Muskelfasern; nie Nervensubstanz. Strahlenförmig.

f) Anatomismus und Plasticismus am Thiere, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 59. Zellgewebe, Muskelfaser, Nervensubstanz. Wenigstens Herz und Darmkanal. Aeußere Symmetrie. Stufenleiter der Organisation, vorzüglich nach Gehirn, Nerven, Nervenknoten. Blutmasse.

§. 60. Hier folgt vergleichende Anatomie der Thiere.

Digitized by Google

Vergleichende Anatomie der Thiere.

I) Gerippe.

§. 61. Säugthiere.
§. 62. Vögel.
§. 63. Amphibien. Schildkröten. Frösche. Kröten. Eidechſenartige Amphibien. Schlangen.
§. 64. Fiſche.

II) Schlund und Magen.

§. 65. Verſchiedene Structur u. ſ. w.

III) Darmkanal.

§. 66. Verſchiedene Structur u. ſ. w.

IV) Leber, Milz, Netz.

§. 67. Detto.

V) Harnwege.

§. 68. Bloß rothblütigen Klaſſen eigen.

VI) Aeußere Bedeckungen.

§. 69. Haare, Schuppen ꝛc.

VII) Mancherlei beſondere Secretionen.

§. 70.....

VIII) Herz und Blutgefäße.

§. 71. Vollkommenes Herz nur bei rothblütigen Thieren.
Straffgeſpannter Muskel am Vogelherzen.
Kaltblütige Thiere weniger Blutgefäße, aber mehr vasa decolora.

IX) Abſorbirende Gefäße.

§. 72. Syſtem von eigentlichen abſorbirenden Gefäßen nur bei rothblütigen Thieren.

X) Reſpirationswerkzeuge.

§. 73. Lungen, Kiemen, Luftröhren.....
Luftknochen, Luftſäcke bei Vögeln.
Reſpirationsgeſchäft an Larve oft anders als am ausgebildeten Inſecte.

XI) Stimmwerkzeuge.

§. 74. Stimme nur da, wo Lungen vorhanden.

XII) Gehirn- und Nervenſyſtem.

§. 75. Beſtimmt die Stufenleiter der Organiſation.

Digitized by Google

XIII) Sinnwerkzeuge überhaupt.

§. 76. Ein Sinn setzt nicht allenthalben dasselbe Sinneswerkzeug voraus u. s. w.

XIV) Organe des Tastens.

§. 77. Fingerspitzen. Nervenreihe. Haut am Schnabel. Fühlhörner.....

XV) Zunge.

§. 78. .....

XVI) Geruchswerkzeuge.

§. 79. Geruchssinn sehr allgemein verbreitet.

XVII) Gehörwerkzeuge.

§. 80. Bei rothblütigen Thieren durchgehends Ohren als Gehörwerkzeuge.
Paukenfell, Paukenhöhle, eustachische Röhre, eiförmiges und rundes Fenster, Steigbügel, Schnecke.

XVIII) Augen.

§. 81. Bei mehrern Thieren sind Augen vorhanden, die nicht zum Sehen dienen.
Zweckmäßige Structur bei warmblütigen Amphibien um durch Wasser und Luft deutlich hindurch sehen zu können.
Marsupium....., Blinzhaut.
Zweierlei Augen der Insecten.

XIX) Muskeln, welche für die willkührlichen Bewegungen bestimmt sind.

§. 82. Muskelbau hängt vom Gerippe ab.

XX) Männliche Genitalien.

§. 83. Geilen, Saamenbläschen, Prostata, Ruthe.

XXI) Weibliche Genitalien.

§. 84. Eierstock, Fallopische Röhre, Gebärmutter, Uterus, äußere Sexualtheile. Clitoris den Säugethieren allgemein, und richtet sich nach der männlichen Ruthe.
Wahres Hymen bloß am menschlichen Weibe.

XXII) Leibesfrucht der Säugethiere und Organe, mit welchen sie verbunden ist.

§. 85. Am Embryo jene äußere Organe am frühesten ausgebildet, die dem jungen Thiere am nothwendigsten.

XXIII) Brüste und Zitzen der Säugethiere.

§. 86. Bei Säugethieren auch Männchen mit Zitzen versehen.

XXIV) Bebrütetes Kügelchen und Organe des Eies.

§. 87. Cicatricula.....

g) Anatomismus und Plaſticismus am Organiſchen überhaupt, ohne Beziehung auf unſern Planeten.

§. 88. Gradlinigte Begeenzung, wenigee wechſelſeitig bedingte Form unter den Theilen, kein in ſich Geſchloſſenes, nach einee Seite hin als vom Erdkörper losgeriſſen erſcheinend u. ſ. w. am Anorganiſchen. Das Gegentheil am Organiſchen.

§. 89. Dee Anatomismus und Plaſticismus iſt im Innern weit einfacher bey Cryſtallen und Pflanzen, als bey Thieeen.

Zweite Abtheilung.

Mechanismus.

§. 90. Der Mechanismus äußeet ſich dadurch, daß....

a) Mechanismus an einem Syſteme zuſammenhängender Punkte überhaupt.

§. 91. Die analytiſch-dynamiſchen Geſetze, wenn gleich nicht unmittelbar aus Erſcheinungen abſtrahirt, führen wie, ihree ausgemachten Evidenz willen, doch unter jenen Geſetzen an, die unmitteibae aus den Erſcheinungen ſelbſt abſtrahiet weeden.

§. 92. An feſten Körpeen, tropfbaeen, elaſtiſchen Flüſſigkeiten.

§. 93. Dynamiſcher Lehrſatz dee virtuellen Geſchwindigkeiten.

$$p\,d\,f + p'\,d\,f' - p''\,d\,f'' + \text{————} =$$

$$= \frac{1}{2g}\frac{}{dt}\left(\partial q.ds + \partial q'.ds' + \text{————}\right).$$

Bey den Maſſen kann die Quantität beſtändig, und zugleich die Identität veränderlich ſeyn.

Statiſches Peincip der virtuellen Geſchwindigkeiten.

$$p\,d\,f + p'\,d\,f' + \text{————} = 0.$$

Paralleiogramm dee Kräfte, ſchiefe Ebene.....

§. 94. Principe général de dynamique attribué à d'Alembert.

§. 95. Principe de la conservation des forces vives.
Principe de la moindre action.

§. 96. Allgemeines Geſetz vom mechaniſchen Momente der Kraft und des Widerſtandes.

§. 97. Allgemeinſter Ausdruck des Geſetzes dee Trägheit.

§. 98. Allgemeinſte Gleichung, woraus die Annäherung zur gleichförmigen Geſchwindigkeit für iegend einen Punkt an einem Syſteme folgt, und hieraus die Theorie des Schwungrades:

$$dw = \frac{2g\,(pf(w) + p'f^{+}(w) + p''f^{++}(w) + \ldots\ldots\ldots)\,dt}{mF(w)F'(w) + m'F^{+}(w)F^{+\prime}(w) + m''F^{++}(w)F^{++\prime}(w) + \ldots\ldots}$$

§. 99. Eine eigene Formei für die Winkeigeſchwindigkeit.

§. 100. Fundamentalgleichungen der ungleichförmigen Bewegung.

§. 101. Bewegung freyschwebender Massen. Hauptaxen.....

§. 102. Analytische Formeln für den Druck auf die fixe Axe eines um dieselbe bewegten Massensystems.

§. 103. Formeln für den Stoß.

§. 104. Bewegung freyer sich anziehender Punkte gegen einander, nach Newton und Laplace.

§. 105. Gesetz der Trägheit des Schwerpunktes.....

§. 106. Summe aller Normaldrucke auf die wie immer gekrümmte Fläche innerhalb einer schweren Flüssigkeit.

§. 107. Stoß der Flüssigkeit.

§. 108. Bewegung der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen. Wichtiger Umstand, den hiebei Daniel Bernoully nicht berücksichtigte.

Bewegung der Flüssigkeiten in geschlossenen Gefäßen mit Berücksichtigung der hiebei bestehenden Widerstände.

§. 109. $$d' = D' + \gamma\,(h' - H') + \frac{\gamma\, f^2\, v^2}{4g}\left(\frac{1}{A'^2} - \frac{1}{a'^2}\right) +$$

$$+ \frac{\gamma \cdot f \cdot dv}{2g\, dt} \chi\,(\varphi'(A') - \varphi'(a')) + \psi'(A') - \psi'(a').$$

Hieraus ergibt sich unter andern die Geschwindigkeit der aus einem Gefäße durch eine kleine Oeffnung auslaufenden Flüssigkeit.

---

b) Mechanismus am Weltgebäude.

§. 110. Ueber die Evidenz der in der Astronomie anerkannten Gesetze.

§. 111. Größe des Gegenstandes der Astronomie; wie unbedeutend dasjenige ist, was uns hierüber bekannt ist.

§. 112. Unmerkliche Bewegung der Fixsterne. Herschels Meinung über regelmäßige Gruppirung der Sternhaufen.

§. 113. Bewegungen an unserm Sonnensysteme.

§. 114. Kepplers Gesetze.

§. 115. Newtons Gesetz der allgemeinen Gravitation.

§. 116. Wie die Massen der Himmelskörper durch die sich um dieselben bewegenden Himmelskörper bestimmt werden. Keplers Gesetze gelten nur näherungsweise. Aehnlichkeit der Bahnen. Perturbationen in den Bahnen und in den Rotationen.

§. 117. Verhältniß der Geschwindigkeit im Kreise und in der Parabel $= \gamma 2 : 1$.

Digitized by Google

c) Mechanismus an unserm Planeten unmittelbar.

§. 118. Bewegung der Erde in ihrer Bahn. Zurückweichen der Absiden.

§. 119. Umdrehungsbewegung der Erde. Nutation der Erdaxe.

§. 120. Veränderliche Ansicht des Sternenhimmels; Abwechslung der Jahreszeiten; Tag und Nacht.

α) Mechanismus an unserm Planeten rücksichtlich des Anorganischen.

§. 121. Zunehmende Schwerkraft nach den Polen.

§. 122. Magnetische Kraft in verschiedenen Breiten und Höhen.

§. 123. Barometerstände.

§. 124. Meeresströmungen, Passatwinde..... Ebbe und Fluth.

§. 125. Bewegung des Wassers in regelmäßigen Gerinnen ziemlich bestimmt; aber gar nicht in Bächen, Flüssen.....

β) Mechanismus an unserm Planeten rücksichtlich des Organischen.

§. 126. Allmählige Verbreitung der Pflanzen, Zoophyten, Thiere, Menschen, Völkerstämme u. s. w. Periodische Veränderung des Wohnorts bei vielen Thieren.

d) Mechanismus am Anorganischen ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 127. Cohäsion und Gravitation.

§. 128. Capillaritätserscheinungen nur erwähnt.

§. 129. Anziehen und Abstoßen der Elektrizitäten und Magnete.

§. 130. Schallfortpflanzung; in verschiedenen Gasarten, Flüssigkeiten ꝛc. Warum hier Schallfortpflanzung, nicht aber Fortpflanzung des Lichts und der Wärme abgehandelt worden.

§. 131. Mariotte's Gesetz.

§. 132. Gleichung zwischen Temperatur und Expansivkraft der Dämpfe.

§. 133. Veränderungen der Expansivkraft, wenn Flüssigkeit mit crystallisirten Körpern in Wechselwirkung tritt.

§. 134. Stückchen Soda vermindert Expansivkraft des über der Flüssigkeit stehenden Dampfes. Atomistisch schwer zu erklären, weit ungezwungener, nach angenommener Umstimmung der Typen, meinen Ansichten gemäß.

§. 135. Verdünstungsmenge nach Dalton.

e) Mechanismus an der Pflanze, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 136. Am Wachsen äußert sich zum Theil der Mechanismus.

§. 137. Bewegungen an Blätter, Blüthen.....

§. 138. Saftbewegung in Pflanzen.

f) Mechanismus an Zoophyten und Phytozoen, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 139. Einsaugung des Nahrungssaftes..... Thierähnliche Musculatbewegung.....

g) Mechanismus am Thiere, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 140. Willkührliche und unwillkührliche Bewegung. Betrachtungen und Analogieen.

§. 141. Mechanisches Moment, organisches Moment.....

§. 142. Hier soll ausschließlich unwillkührliche Aeußerung des Mechanismus am Thiere betrachtet werden.

§. 143. Blutumlauf. Wichtige Rollen des Gehirns, des Rückenmarks und der Nerven hiebei.

§. 144. Bewegung der Nahrungstheile bei ihrer fortschreitenden Assimilation.

§. 145. Bewegungen der mancherlei Organe u. s. w.

h) Mechanismus am Organischen überhaupt, ohne Beziehung auf unsern Planeten.

§. 146. Betrachtungen und Vergleichungen über die Bewegungen am Anorganischen, so wie am niedern und höhern Organischen.

§. 147. Auszuscheidende Substanzen äußern sich im Mechanismus ungefähr wie das Anorganische.

Dritte Abtheilung.

Chemismus.

§. 148. Der Chemismus äußert sich dadurch daß.....

§. 149. Schwierigkeit, die Erscheinungen des Chemismus einer Theorie zu unterwerfen. Historisch-critische Betrachtungen.

a) Chemismus überhaupt.

§. 150. Substanz a verbindet sich mit jener b zu C..... Grundzüge meiner chemischen Theorie nach Ansicht der umstimmten Typen der Harmonie und Disharmonie u. s. w.

§. 151. Totales Gewicht der in Wechselwirkung getretenen Substanzen, nach allen Veränderungen im übrigen Verhalten stets unveränderlich.

§. 152. Grade der Trennbarkeit der positiv elektrischen Substanz von der negativ elektrischen.

§. 153. Erklärung der Fällungen nach meiner Theorie der chemischen Harmonie und Disharmonie.

Digitized by Google

§. 154. Wenn ein Körper vermögend ist, einen andern aus seinen Verbindungen abzuscheiden, so wird er stets dasselbe Verhältniß davon ablösen.

§. 155. Erscheinungen von Licht und Wärme bey chemischen Processen. Ich betrachte sie als Aeußerungen des Streites wäheend der Umstimmung der Typen zur chemischen Action; so wie (beim Stoße) der Druck die Aeußerung des Streites bei Umstimmung der Typen zur mechanischen Action ist.
H. Davy Ansichten hierüber.

§. 156. Wenn ein Körper aus festen in flüßigen oder luftförmigen Zustand übergeht, so nimmt seine Temperatur ab. Dieß Gesetz erkläee ich nach der Theorie von Umstimmung der Typen.

§. 157. Eigenthümliche Wirksamkeit des Sonnenlichtes bei chemischen Processen.

§. 158. Erscheinungen von Elektrizität bei chemischen Prozessen. Gleichfalls als Streit betrachtet.

§. 159. Acidität, Alcalität.
Avogadros Ansichten hierüber.
Gay Lussacs Ansichten hierüber.

§. 160. Das Wesentlichste über die Begriffe: Oxydiren, Säuren, Verbrennen, sauerfähige Basis, säuerndes Princip.
Winterl.....
Chlorine..... Salzsäure.....
H. Davys Gründe, daß Chlorine sich wie Oxygen verhalte.
Berzelius Gegengründe.

§. 161. H. Davy Definition der Verbrennung. Empyreische Substanzen. Unzersetzte sauerbare nicht metallische Substanzen.

§. 162. Oerstedts Ansichten.

§. 163. Chemische Mischungsverhältnisse aus Erscheinungen bekannt. Atomistische Erklärungsweisen.
Hier folgt meine Theorie der chemischen Mischungsverhältnisse, die frei von atomistischen Ansichten ist.

Theorie der chemischen Mischungsverhältnisse nach Ansichten der Harmonie in den Actionen.

§. 164. Theorie der chemischen Mischungsverhältnisse nach den Ansichten der Harmonie unter den Actionen der umstimmten Typen. Parallele zwischen den chemischen Mischungsverhältnissen, und zwischen den Massenverhältnissen, wenn nach dem Stoße Bewegungsharmonie bestehen soll. Die Bedingungen einer chemischen Verbindung ausgedrückt durch die Gleichung:
$m' = M' \psi (N', C', c')$, oder auch $m' = m'$.

§. 165. Wir kennen nur die partiale chemische Action iegend eines Körpers.
Die Umstimmung der Typen ist entweder total harmonisch, oder nur partial harmonisch.
Die einzelnen Actionen o' und h', eben so o'' und h''....., können in Harmonie seyn, indeß

o''' und h''' in Disharmonie sind. Hier wird vorausgesetzt, daß o' o'' o'''..... zusammen genommen die chemische Action O' des einen Stoffes ausmachen, und eben so h' h'' h'''..... jenen H'.

Die elektrischen Actionen erscheinen als Cardinalsactionen, von deren Harmonie oder Disharmonie die Harmonie oder Disharmonie der übrigen chemischen Actionen abhängt.

Analogie aus der Mechanik.

Analogie aus der Psychologie.

§. 166. Zersetzte und unzersetzte Körper nach obigen Ansichten ausgedrückt.

§. 167. Bestimmte chemische Mischungsverhältnisse am Anorganischen, nicht so am Organischen. Hierin sehe ich einen großen Beweis gegen die atomistischen Ansichten, für meine Ansichten von Umstimmung der Typen.

---

§. 168. Stöchiometrische Gesetze nach Bergmann, Bertollet, Proust, Richter, Berzelius, Gay-Lussac.....

Mechanisch eingeschlossenes und chemisch gebundenes Wasser (nach Berzelius)

§. 169. Beispiel einer Entwickelung stöchiometrischer Gesetze aus unsern Formeln.

b) Chemismus am Anorganischen.

§. 170. Alcalien und Erde nach H. Davy.

§. 171. Einige bekannte Gesetze.

c) Chemismus am Organischen.

§. 172. Einige Gesetze von Gay Lussac und Thenard.

§. 173. Beim Keimen, Stärke in Zucker.....

§. 174. Rumfords Versuche über Holzbestandtheile.

Vierte Abtheilung.

Combinationismus.

§. 175. Der Combinationismus äußert sich dadurch, daß..... Parallele zwischen Combinationismus und Chemismus.

§. 176. Wasserdämpfe in Gasen. Gase von Wasser verschluckt, Crystallisationswasser.

§. 177. Humboldts Beobachtungen.

§. 178. Daltons Ansichten über die Gemenge von Gasarten und Dämpfen.

§. 179. Verschlucken der Gasarten nach Dalton,

§. 180. In den Crystallen eingeschlossenes Wasser nach Berzelius.

Digitized by Google

Fünfte Abtheilung.

Imponderabilismus.

§. 181. Der Imponderabilismus äußert sich dadurch, daß.....
Wärme, Licht, Wärme und Licht, Elektrizität, Galvanismus, Magnetismus.

§. 182. Verschiedene Wärmebeobachtungen im Dunstkreise und im Meere.

§. 183. Wahlenbergs Beobachtungen über Erdtemperatur mittelst Quellen.

§. 184. Temperaturveränderung bei Veränderung des Aggregatzustandes.

§. 185. Unveränderliche Temperatur beym Untergehen aus festen in flüssigen, und aus diesen in dunstförmigen Zustand. Egoismus der Wärmeaction u. s. w.

§. 186. Subjective und objective Wärmeaction am Anorganischen, am Organischen.
Analogie mit den Actionen am Geiste.

§. 187. Analogie zwischen Wärmeaction und Bewegungsaction. Warum man einen Wärmestoff annehmen mochte, da man doch keinen Bewegungsstoff annahm? — —?

§. 188. Wärmefortpflanzungs- und Abkühlungsgesetz, nach Newton, Lambert, Biot, Richmann, Kraft, Rumfordt.

§. 189. Die Ausdrücke: Strahlenbrechung, Strahlenzurückwerfung, bloß metaphorisch angewendet, ohne hiedurch eine Materialität von Wärme und Licht anzudeuten.

§. 190. Katoptrische und dioptrische Erscheinungen an Wärmestrahlen.

§. 191. Gesetz zwischen Expansivkraft und Temperatur der Dämpfe, nach Betancourt, Cavendish, Schmid, Gerstner, Pictet, Dalton, Soldner. Condensationspunkt der Wasserdampfatmosphäre. Unterschied zwischen Verdünsten und Kochen. Verdünstungsgesetz nach Dalton.

§. 192. Bestimmung der Begriffe: Wärme und Kälte.

§. 193. Wärmetheorien von Dalton, Oerstedt, H. Davy.

§. 194. Daltons Theorie.... dessen Thermometer.....

§. 195. Oerstedts Theorie.

§. 196. H. Davy Theorie.

§. 197. Hier folgt meine Wärmetheorie.

Versuch einer mathematischen Entwickelung der Fundamentalgesetze der Wärmeerscheinungen, wobei diese bloß als Resultate gewisser Actionen betrachtet werden, und kein Wärmestoff vorausgesetzt wird.

§. 198. bis 217.
Wärme bloßer Zustand wie Bewegung. Calorificiren, Motificiren.

Digitized by Google

Subjectives und objectives Caloriſiciren, wie ſubjectives und objectives Motuiſiciren beim Stoße.

Geſetz der Teägheit beym Caloriſiciren wie beim Motuiſiciren.

Wärmekraft iheer Natur nach unbekannt, wie mechaniſche Kraft.

Abſoluter Nullpunkt beym Caloriſiciren; beim Motuiſicieen heißt er Stillſtand.

Eigenes und mittheilendes Volumiſiciren, ſo wie eigenes und mittheilendes Motuiſiciren.

Totale und auf die Maſſeneinheit ausfallende Wärmekraft, ſo wie bewegende und beſchleunigende Kraft.

Eigenes und mittheilendes Volumiſicieen ändert mit dem unmittelbaren Caloriſiciren; ob proportional oder nicht, läßt ſich nicht a priori behaupten. Aber einerlei Grad des mittheilenden Volumiſicirens läßt auf einerlei Grad des unmittelbaren Caloriſicirens ſchließen; nicht ſo beim eigenen Volumiſiciren.

Das unmittelbare Caloriſiciren iſt dem Moment der Wärmekraft proportional.

$$C''' = A \int q''' \, dt'''.$$

Methode um die Relation zwiſchen dem Momente der Wärmekraft und der Temperatur zu finden, und hieraus die Relationen unter den ſich hierauf beziehenden Functionen. Sogenannte ſteahlende Wärme heißt nicht ausſteahlende Wäemematerie, ſondern eine ihre Opeeationslinien nach allen Seiten hin entwerfende Wärmekraft.

Abkühien erhitzter Körper.

Wenn ein Körper in einem andern den Typus zum Caloriſicieen weckt, ſo nimmt das ſubjective Caloeiſicieen des erſteen um ſo mehr ab, je geringee der Gead war, auf welchem der Typus zum Caloriſicieen im zweiten Köeper geweckt war. Dieß Geſetz beſteht nicht bei der Wechſelwirkung zwiſchen dem leuchtenden und beleuchteten Körper. Wie ſollen wir dieß auslegen?

Die das effective eigene Volumiſicieen bedingende Action; deeen Moment u. ſ. w.

Das Incrementum des totalen Motuiſicirens weniger dem Incremente des effectiven Motuiſicirens iſt propoetional dem Momente der (das Incrementum des effectiven Motuiſicieens) betingenden Kraft.

Mehrere hieher gehöeige Formeln und analytiſche Betrachtungen.

Veeſchiedene Geade der Mittheilung der Wärme, ohne Annahme eines Wärmeſtoffs; analog mit Mittheilung der Bewegung beim Stoße.

Das eigentliche Weſen der Temperatur. Analogie zwiſchen Thermometer und Motuometer. Bewegungstemperatur.

---

§. 218. Lichterſcheinungen.

Winkel der Strahlenaxe, Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche, Winkel der eingebildeten Linie vor der Fläche. In dieſen Ausdrücken liegt keine vorgefaßte Anſicht von Bewegung und Materialität des Lichts.

§. 219. Einfluß der Dichte und Brennbarkeit auf catoptriſche Erſcheinungen.

Aſtronomiſche und irdiſche Strahlenbrechung.

Digitized by Google

§. 220. Sogenannte doppelte Strahlenbrechung, nach Huygens, Lapiace, Biot, Brewster . . . . . .

Malus Lichtpolarisation.

§. 221. Phänomene des prismatischen Farbenbildes wurden schon im Artikel Anatomismus und Plastleismus vorgetragen.

Einfluß der Beugung auf Farbenerscheinung nach Ludike.

Chemismus an den einzelnen Farbenbildern des prismatischen Bildes nach Ritter, H. Davy, ...

§. 222. Seebek Erklärungsmethode der Farbenerscheinungen.

§. 223. Wesen der leuchtenden und beleuchteten, der durchsichtigen und undurchsichtigen Körper.

§. 224. Erklärung des Sehens.

§. 225. Intensität der Beleuchtung.

Erwärmung kann als Umstimmung des Typus zur Wärmeaction betrachtet werden; hingegen Beleuchtung als Manifestation des Streites während jener Umstimmung.

Einwürfe dagegen und Vertheidigung der Behauptung. Verbrennen. Phosphorescenz.

§. 226. Cyanometrische Erscheinungen.

§. 227. Einwirkung des Lichts auf Vegetation.

Einige Vermuthungen von mir hierüber.

§. 228. Soldners Theorie der Lichterscheinungen.

§. 229. Hier folgt meine Theorie der Lichterscheinungen.

Versuch einer mathematischen Entwickelung der Fundamentalgesetze der Lichterscheinungen, wobei diese bloß als Resultate gewisser Actionen betrachtet werden, und kein Lichtstoff vorausgesetzt wird.

§. 230. bis §. 244.

Vorbereitung, worin mehrere Bemerkungen über die Methode, die Natur zu studiren, enthalten sind.

Das Leuchten ist ein Verkünden des Standpunktes im Raume. Operationslinien des leuchtenden Punktes. Symmetrie. . . . . .

Actives und passives Verhalten des beleuchteten Punktes a im Lumificiren.

Jeder materielle Punct ist durchsichtig.

Verschiedene Modificationen in der Lumification oberhalb und unterhalb der tangentirenden Ebene $\alpha\beta$.

Hauptoperationslinien ab und ar. Hauptoperationsebene der Indifferenz. ab und ar die primitive und secundäre Hauptoperationslinie.

Digitized by Google

Punkt a wirkt innerhalb der Maſſe A B C D bloß mit dem Streben die Lumification fortzuleiten; erſt der Punkt b' lumificirt wieder ſelbſt.

Dem Charakter der Paſſivität zu Folge beſteht Streben der Fortleitung = a k oder = a k'' und a k'. Dem Character der Activität zu Folge beſteht Streben der Fortleitung nach Kegeloberflächen a i, a i' . . . . .; oder Geſammtſtreben nach $ak' = f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o) = h.$

Was das heiße, es werde $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o) = + -$ oder o?

Einfluß der Dichte und Brennbarkeit auf Fortleitung der Lumification.

Heterogenität in lumificirender Fortleitung nach verſchiedenen Richtungen, bringt Farbenzerſtreuung hervor. Betrachtungen über das Erſcheinen eines Körpers unter dieſer oder jener Farbe.

Durchſichtigkeit, Undurchſichtigkeit. Wie kömmt es, daß ſich der leuchtende Körper nicht endlich erſchöpft? Mehrere Betrachtungen die ſich auf atomiſtiſche Phyſik beziehen.

$ak : (f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(o)) = C : (\sqrt{1 - c^2 + C^2 . \cos^2 baq} - C . \cos baq)$, drücke das Verhältniß der paſſiven zur activen Aeußerung aus.

Bei welchen Einfallswinkeln der durchſichtige Körper als undurchſichtig erſcheint, wie Refraction in Reflection verwandelt wird. Erklärung einiger intereſſanter Erſcheinungen nach meiner Lichttheorie.

Aparcil de Malus. Erſcheinungen daran nach unſerer Theorie erklärt. Doppelte Beziehung in der lumificirenden Reaction, wornach ſich manche Erſcheinungen der ſogenannten Lichtpolarität auslegen laſſen.

Bei der ſogenannten doppelten Strahlenbrechung ſpricht ſich folgende doppelte Beziehung aus: Beziehung auf beleuchteten Körper überhaupt, Beziehung auf primitive Form.

Analogie mit der Action des Geiſtes.

Doppelte Strahlenbrechung mit rechtwinklichter, oder mit paralleler Beziehung (double réfraction répulsive et attractive).

Erklärung verſchiedener Erſcheinungen am isländiſchen Spathe, nach unſerer Theorie.

Erklärung des Farbenſpectrums. Laſſen ſich nicht die verſchiedenen Farben als verſchiedene Aeußerungen des Verhältniſſes des paſſiven Verhaltens zum activen Verhalten im Lumificiren des beleuchteten Punktes betrachten?

Methode, jede Farbennuance mit mathematiſcher Präciſion in Graden auszudrücken; und hiernach das Geſetz zu beſtimmen, wornach jede Nuance das Verhältniß des paſſiven Verhaltens zum activen Verhalten ausdrückt, und zwar, bei jedem Einfallswinkel baq. Hierauf ſich beziehende analytiſche Betrachtungen. Das Verhältnißmoment.

---

§. 245. Erſcheinungen, wo Licht und Wärme zugleich concurriren.

§. 246. Gay Luſſac's und Thenard's Verſuche über analoge Wirkungen durch Wärme und Licht.

§. 247. Wärme- und Lichterscheinungen bei chemischen Processen. H. Davy Erklärung.

§. 248. Vorderleuchtende, hinterleuchtende, vorderwärmende, hinterwärmende Körper..... Verfolgt das Vorder- und Hinterwärmen ähnliche Gesetze, als das Vorder- und Hinterleuchten? Körper um so mehr erwärmt, je unvollkommener vorderleuchtend und hinterleuchtend er ist.

§. 249. Verschiedene Erwärmung nach Maaßgabe der Farbenerscheinungen.

§. 250. Verschiedene Temperatur im Farbenspectrum.

§. 251. Einwirkung von Wärme und Licht auf vegetatives und animalisches Leben.

§. 252. Elektrische Erscheinungen.

§. 253. Mancherlei bekannte Erscheinungen.

§. 254. Elektrischer Zustand der Atmosphäre nach Humbold, Saussure....

§. 255. H. Davy und Oerstedts Ansichten über Elektrizität.

§. 256. Galvanische Erscheinungen.

§. 257. Grunderscheinungen an der voltaischen Säule.

§. 258. Relation zwischen Elektrizität und Chemismus nach H. Davy.

§. 259. Oerstedts Ansichten. Brennkraft, Zündkraft.

§. 260. .....

§. 261. Magnetismus.

§. 262. Biot, Gay Lussac, Humboid, Ritter....

Sechste Abtheilung.

Meteorismus.

§. 263. Der Meteorismus äußert sich dadurch, daß.....

§. 264. Meteorismus an andern Himmelskörpern beinahe ganz unbekannt.

§. 265. Gesetze des Meteorismus selbst an unserm Planeten wenig bekannt.

§. 266. De Luc Gesetze und Ansichten über Meteorismus.

§. 267. Meteorische Beobachtungen in verschiedenen Standpunkten nach Humboldt, Krusenstern ꝛc.

Siebente Abtheilung.

Organismus.

§. 268. Der Organismus der Natur äußert sich dadurch, daß.....

Digitized by Google

§. 269. Das Leben läßt sich nicht als Begriff definiren, es muß als Idee aufgefaßt werden. Hier folgen einige Hauptmomente, um das Bild des Lebens im Geiste hervorzurufen.

a) Organismus überhaupt.

§. 270. Reizbarkeit, Receptivität, Reactionsvermögen.

§. 271. Angewöhnung der Reize.

§. 272. Reize. Wie kann der Beharrungsstand in der Totalaction der Natur sich behaupten.

§. 273. Weltorganismus.

§. 274. Vita maxima, vita minima.

§. 275. Temperamente.

§. 276. Uebergang des lebenden Individuums zur formlosen Lebensmaterie.

§. 277. Gesundheit, Krankheit, Tod, Ausartung.

§. 278. Krankheit kann wieder in Gesundheit übergehen.

§. 279. Die Erhaltung der Art wird mehr als die Erhaltung der Individuen von der Natur berücksichtigt.

§. 280. Grenzen der leblosen, vegetativen, animalischen Natur.

§. 281. Minimum und Maximum der Organisation.

§. 282. Physische und geographische Verbreitung der lebenden Individuen.

§. 283. Uebergehen der formlosen Lebensmaterie in die mancherlei Formen des Lebens. Charakter der Zufälligkeit.

Genauere Bestimmung des Ausdrucks formlose Lebensmaterie.

§. 284. Analogieen unter den Actionen an der formlosen Lebensmaterie, und an der leblosen Materie.

§. 285. Haben die vollkommnern Thiere und Pflanzen erste Individuen ihrer Art aufzuweisen, die aus formloser Lebensmaterie entstanden?

§. 286. Einfluß von Licht und Wärme auf Thier- und Pflanzenentwickelung.

§. 287. Besteht unter den getrennten lebenden Individuen eine dynamische Wechselwirkung, so wie unter den getrennten Theilen der Materie, die Wechselwirkung der Gravitation?

§. 288. Gradation des Bedürfnisses nach atmosphärischer Luft und Wasser, in der Lebenden Natur.

§. 289. Formlose Lebensmaterie sich selbst überlassen, verhält sich anders, als wenn sie in das System eines lebenden Individuums aufgenommen worden.

§. 290. Einfluß der äußern Potenzen auf vitale Entwickelung. Eine Idee über das Wesen der Brache.

§. 291. Betrachtungen über Assimilation, Ausscheidung und über den Entwurf successiver Lebensbilder, nach einem Gesetze der Continuität.

Digitized by Google

§. 292. Ideen über allmählige Entwickelung der lebenden Natur.

§. 293. Erscheinungen und Betrachtungen über Fortpflanzung.

§. 294. Zweckmäßige Aeußerung der Natur in den Mißbildungen.

§. 295. Parallele zwischen der Entwickelung des Dianabaums und einer Pflanze.

§. 296. Hier folgen Versuche und Betrachtungen über die Tendenz des Wurzel- und Blüthenkeims, und über die Spontaneität der Pflanzen in ihrer Entwickelung.

Darstellung einiger Versuche, um das vegetative Streben des Blüthenkeims und Wurzelkeimes zu enthüllen.

§. 297. bis §. 299.

---

§. 300. Wachsen, Reproduction. Sympathie und Antagonismus ꝛc.

§. 301. Mehreres über Assimilation und Ausscheidung.

§. 302. Bewegung und Umwandlung der Substanzen im organisirten Körper.

§. 303. Vehikeln der Lebensfunctionen.

§. 304. Analogon von Spontaneität am Lebensprincipe.

§. 305. Der Ersatz der ausgeschiedenen Theile geschieht in den mancherlei Organen aus dem Blute, nicht aber unmittelbar durch die Organe, sondern durch die vitale Action welche die Organe selbst hervorbrachte. Metastasen.

§. 306. Bedingnisse, unter welchem die bildende Kraft, zoophytische und phytozoische Formationen hervorbringt.

b) Organismus an der Pflanze insbesondere.

§. 307. Pflanzenfaser, Zellgewebe, Wurzeln, Blätter. Saftbewegung. Absorption und Ausdünstung.

§. 308. Umwandlung des eingesogenen Saftes. Gefärbter Saft. Lücken. Luftgefäße.

§. 309. Entstehung der Verästelungen.

§. 310. Epidermis, Spaltöffnungen, Papillen, Haare.

§. 311. Wann Oxydation und Desoxydation beim Durchgange der Säfte vor sich gehe.

§. 312. Einfluß von Licht, Wärme ....

Digitized by Google

§. 313. Erscheinungen an den Wurzeln. Wurzelstock.

§. 314. Holzbildung. Jahrringe. Verästelung; Blüthenstiele, Blattstiele, Gemme, Auge. Knospe. Pfropfen, Oculiren.

§. 315. Staude, Strauch. Zweijährige, jährige Pflanzen.

§. 316. Aechte und unächte Zwiebel. Knolle.

§. 317. Blatt. Braktee.

§. 318. Blüthe. Blüthenstiel, Blüthenboden, Blume, Kelch, Staubfäden, Staubwege, Fruchtknotenbefruchtung, ...

§. 319. Samen. Pericarpium. Keimen. Centrum vegetationis, Punctum saliens, Wurzel- und Blüthenkeim, Cotyledon, Perisperma.

§. 320. Chemische Bestandtheile der Pflanzen.

§. 321. Physische und geographische Verbreitung.

c) Organismus an Zoophyten und Phytozoen insbesondere.

§. 322. Zoophyten und Phytozoen bilden den Uebergang vom Anorganischen zum höher Organisirten.

§. 323. Ernährungsweise. Verbreitung. Character der Zufälligkeit.

d) Organismus am Thiere insbesondere.

§. 324. Gradation in der Organisation.

§. 325. Einerlei Sinn, setzt nicht bei Thieren einerlei Sinneswerkzeug voraus u. s. w.

§. 326. Unwillkührliche Bewegung.

§. 327. Athmen. Röthe des Blutes. Einfluß des Stimmnervens und Gehirns. Athmen verschiedener Gasarten und andere Erscheinungen nach H. Davy, Brodier, Allen, Pepy, Provensal, Humboldt . . . . .

§. 328. Analogie zwischen Athmen, Ausdünstung, Gährung.

§. 329. Blutumlauf. Allgemeiner Kreislauf. Blutumlauf in einzelnen Organen.

§. 330. Ernährung. Aufnahme der Speise, Assimilation, Aneignung, Ausleerung und Ausscheidung.

§. 331. Fortpflanzung.

§. 332. Geographische und physische Verbreitung.

§. 333. Höchste Erscheinungen des Thierlebens, im Gehirn- und Nervenleben.

. . . .

Digitized by Google

Gehirn und Nervenleben.

§. 334. Wie wenig wir über dieſen erhabenen Gegenſtand wiſſen?

§. 335. Methode, wornach etwa die Myſterien des Gehirn- und Nervenlebens ausgelegt werden möchten.

§. 336. Das Somatiſche und Dynamiſche der Nervenmaſſe.

§. 337. Gegenſatz der reproductiven und ſenſibeln Sphäre.

§. 338. Gegenſatz des organiſirten Körpers und der organiſchen Action; eben ſo des Somatiſchen und Dynamiſchen.

§. 339. Ein Organ erſcheint als Repräſentant, vorzüglich der Senſibilität, oder vorzüglich der Reproduction u. ſ. w.

§. 340. Wie die Centrizität am Nervenſyſteme hervortrete.

§. 341. Wie manifeſtirt ſich das Nervenſyſtem?

A) Nervenſyſtem im Conflict mit den übrigen Gliedern der ſenſibeln Sphäre.

§. 342. u. ſ. w.

B) Nervenſyſtem im Conflict mit den Gliedern der vegetativen pflanzlichen oder reproductiven Sphäre.

§. 343. u. ſ. w.

C) Nervenſyſtem für ſich ſelbſt; inneres Nervenleben.

§. 344. u. ſ. w.

Digitized by Google

Achte Abtheilung.

Anthropismus.

§. 345. Der Anthropismus der Natur äußert ſich dadurch, daß .....
Aus dem Erſcheinen ganzer Nationen muß der Anthropismus aufgefaßt werden.
Als Thema meiner Unterſuchungen habe ich Montesquieu's bekanntes Werk gewählt u. ſ. w.

---

§. 346. Die unterworfene Nation beherrſcht oft die ſie unterwerfende durch ihren Geiſt.

Analogie. So prägt die unbedeutende Maſſe des Saamens einer ſie weit übertreffenden Maſſe formloſer Lebensmaterie ihr eigenthümliches Streben ein.

§. 347. Eine Nation, einmal aus ihrem Schlummer geweckt, kennt keine Grenzen ihres Strebens; es erſcheint unaufhörlich ein Schaffen um zu Vernichten, ein Vernichten um zu ſchaffen.

Analogie. In der ganzen Natur äußert ſich eine ähnliche ſelbſtbedingte Thätigkeit; eine Action hebt die Reſultate der andern auf u. ſ. w.

§. 348. Das Emporſteigen aus der Mittelmäßigkeit folgt nur im Kampfe gegen die übrige Natur u. ſ. w.

§. 349. Der Begriff von Tugend und Moralität tritt unter mancherlei Geſtalten hervor, aber immer nur als Modification aus einem und demſelben Grundtypus.

Analogie. Entwickelung des freiwachſenden, und jene des im dichten Forſte emporſchießenden Baumes.

§. 350. Nur an dem ſich langſam im ſteten Kampfe mit Schwierigkeiten Entwickelnden entfaltet ſich die Fähigkeit zu dem einſtmaligen Herrſchen.

§. 351. In einer Corporation iſt Lauheit für den gemeinſchaftlichen Zweck eben ſo nachtheilig, als das tyranniſche Verfahren ihres Oberhauptes.

§. 352. Bei eintretender Abnormität in der Monarchie wird der Normalſtand leichter hergeſtellt, als bei der Republik.

§. 353. Das wahrhaft Große entſteht nur dann, wenn es in der höchſten Extaſe geſchaffen, und dann durch Klugheit begränzt und geregelt worden.

§. 354. Wir können die Vorzüge Anderer ohne Erbitterung nur dann dulden, wenn ein denſelben eigener Adel uns geſtattet, ihnen ohne unſere eigene Demüthigung einen Vorzug zuzugeſtehen.

§. 355. Das Streben des Menſchen kennt keine Grenzen, wenn gleich das Reſultat dieſes Strebens allemal ſeine Grenze erreicht.

Digitized by Google

§. 356. In einem von Eroberungssucht beherrschten Volke ist Stolz mit Sclavensinn gepaart.

§. 357. Das ältere Joch ist das unerträglichste, und wird oft gern mit einem neuern noch drückendern vertauscht.

§. 358. Nicht das Gehorchen an sich ist lästig, sondern dieß wird es nur durch das Verhältniß des Gehorchenden zum Befehlenden.

§. 359. Precärer Zustand der Republiken.

§. 360. Bedingungen der wahren Einheit an einem politischen Körper.

Analogie. Aus der Mechanik.

§. 361. Die Gesetze, wodurch eine Republik zu Beherrschern der Welt emporsteigt, sind selten geschickt, das große politische Gebäude zu erhalten.

Analogie. Aus der Geschichte der Wissenschaften.

§. 362. Vortheile und Nachtheile der Staatsumwälzungen durch innere Empörung.

§. 363. Die großen Begebenheiten der Nationen, ja selbst der Menschheit sind oft die nothwendige Folge des Zeitgeistes, und häufig wird Individuen zugeschrieben, was nur der Zeit zukömmt.

Analogie. Aus der Physiologie.

§. 364. Der Mensch äußert sich nie bloß passiv, immer auch activ; seine Individualität und Persönlichkeit tritt allemal mit hervor.

Analogie. Auch das Anorganische äußert einen Grad von Selbstbestimmung in seiner Action, z. B. im Lumificiren.

§. 365. Der Uebergang aus der Republik zur Alleinherrschaft ist die drückendste Periode; weit erträglicher ist der Zustand nach der einmal gegründeten Monarchie.

§. 366. In wie ferne die hervorstechenden Eigenschaften des Einzelnen in Monarchieen, vom Alleinherrscher mit Wohlgefallen oder Mißfallen entdeckt werden?

§. 367. Zaghaftigkeit und Kleinmuth der niedrigern Klassen bei drohender Gefahr.

§. 368. Tyranney in Monarchieen, welche jählings aus dem republikanischen Zustande in den monarchischen übertreten sind, und welche als Republiken gegen andere Staaten herrschend hervortreten.

Analogie. Aus der Physiologie.

§. 369. Alles menschliche führt das Gepräge der Vergänglichkeit mit sich, und das um so mehr, je größer es ist.

Analogie. u. s. w.

§. 370. Gradationen des Verfalles einer Nation. Getrennte Partheien. Wahre Schwäche.

§. 371. Der allgemeine Zustand des nationalen Wesens führt die einzelnen oft zufällig erscheinenden Begebenheiten herbei.

§. 372. Roms Untergang aus einer eigenthümlichen fehlerhaften Organisation.

Digitized by Google

Analogie. Aus der Physiologie. Es gibt ein Fatum. Die Freiheit entspringt aus dem Geiste und Sinne der Nation, nicht aus der Constitution.

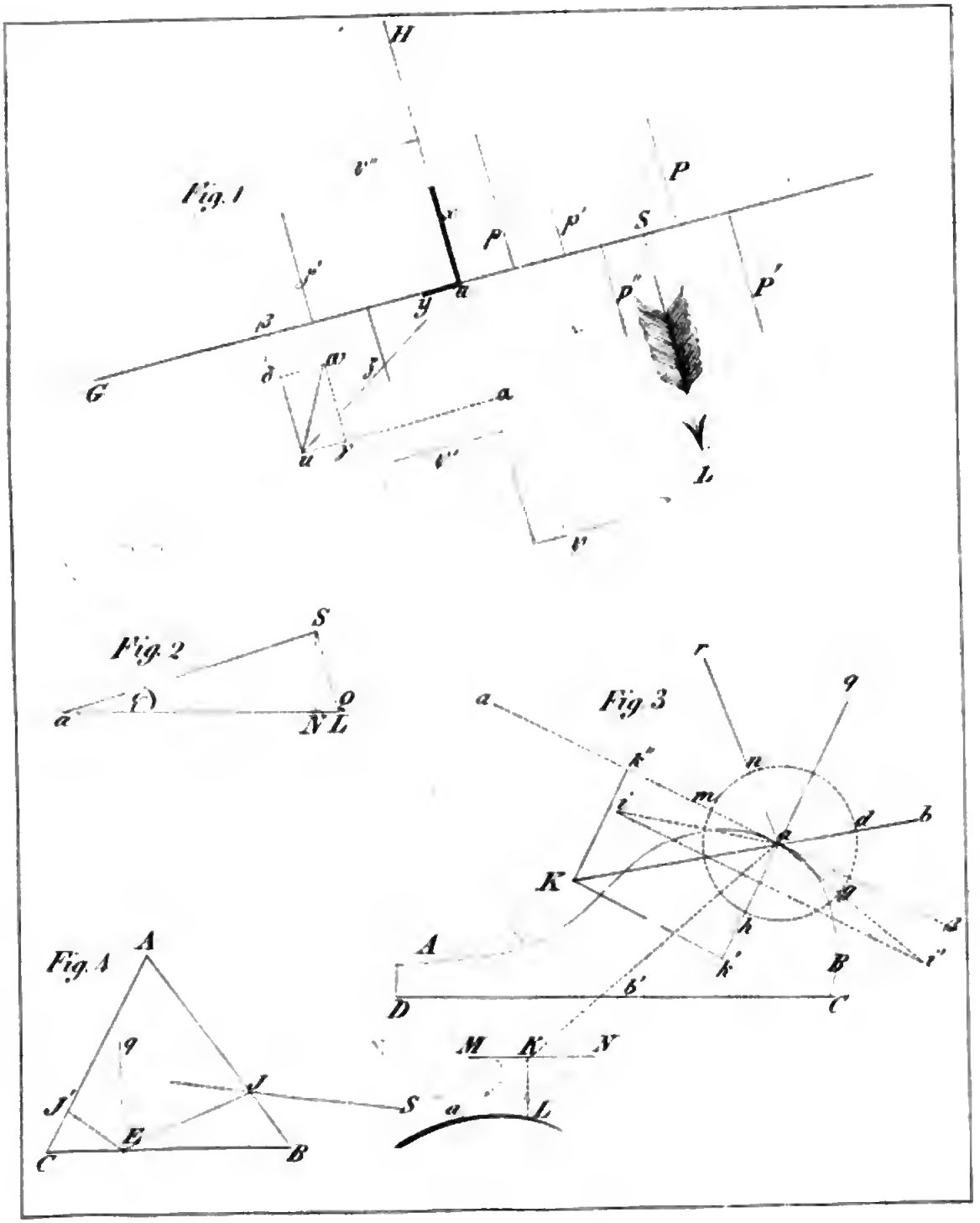
§. 373. Worin die Kraft roher Völker bestehe, und wie schnell sie vernichtet werden könne.

§. 374. Auch in den Zeiten des Verfalls treten hie und da noch große Männer hervor, die an die ehemalige Größe erinnern.

§. 375. Die Araber trugen schon bei ihren Eroberungen den Keim des einstmaligen Unterganges der von ihnen gestifteten Staaten.

Analogieen. Keine Action der Natur hat einen letzten Endzweck; alles Schaffen führt zur Vernichtung; alles Vernichten zu neuen Schöpfungen.

Digitized by Google



Digitized by Google

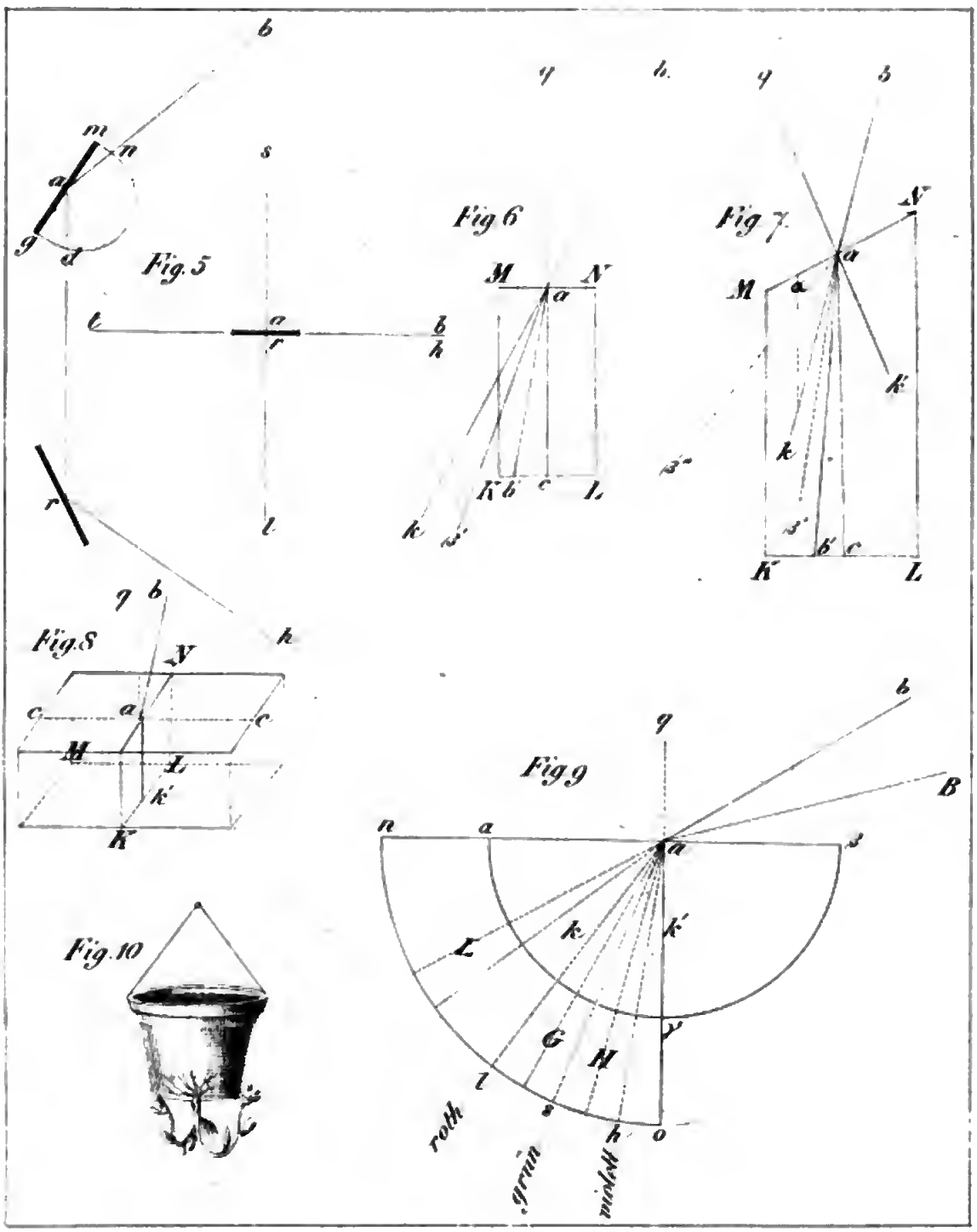


Fig. 5
Fig 6
Fig 7.
Fig 8
Fig 9
Fig 10
roth
grün
violett

Die Fundamentalgesetze

an den

Erscheinungen der Wärme

empirisch begründet,

und deren Bedeutung,

nach dynamisch-mathematischen Ansichten im Geiste hervorgerufen, ohne Annahme eines Wärmestoffes.

Erster Nachtrag

zu dem Werke

Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur

vom

Grafen Georg von Buquoy.

Neue Auflage.

Leipzig,
bei Breitkopf und Härtel.
1826.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorerinnerung.

Dem Werke: Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur ..... vom Grafen Georg v. Buquoy, Leipzig 1817 bei Breitkopf und Härtel, werden von Zeit zu Zeit Nachträge folgen, bei welchen die Seitenzahlen jenes Werkes fortlaufen werden. Diese Nachträge sollen vorzüglich Erläuterungen einzelner kurz gefaßter Sätze in dem erwähnten Werke, so wie einzuschiebende Sätze und Berichtigungen enthalten, welche die Fortschritte der Wissenschaft nothwendig machen.

Digitized by Google

Einleitung.

Die hier vorzunehmende Abhandlung, welche sich, nicht als Vorstellung, sondern als vollen-
dete Entwickelung eines wirklich nur kurz bestimmten Begriffenes, an ein bereits er-
kanntes Princip anreiht, will in dem Kreise dieses verfolgt, und das da-
durch mehr zu Tage kommende, als wichtige eine philosophische rein mittheilhaftliche Sem-
pel machen. [illegible] Interpretation jener
Grundanschauungslehre dasselbe, welche mir per Inductionem aus den vielfältig ungeschlichten,
von mehreren Seiten her übereinstimmenden, und dabei sachlich erwiesenen Erkenntnissen
der Summe, ausgesprochen scheint sind. Ich habe Interpretation nicht Erklärung,
und das immer aus [illegible] Grunde, den ich in dem oben genannten Theile
[illegible] ausgesprochen habe:

1) Das Interpretiren über Thatsachen hat Gesetze der aus den Erkenntnissen abstra-
hirten [illegible], [illegible] Grade des Begreifens erlangt, das Erklären schon
[illegible] [illegible] [illegible] [

Einleitung.

Die hier vorzutragende Abhandlung, welche sich, nicht als Fortsetzung, sondern als vollendetere Entwickelung eines vorläufig nur kurz berührten Gegenstandes, an ein bereits erschienenes Werk anschließen soll, ist in dem Geiste dieses Werkes verfaßt, und hat daher nicht so sehr eine practische, als vielmehr eine philosophische rein wissenschaftliche Tendenz. Es wird nämlich hier nach der unbefangenen und sinnigen Interpretation jener Fundamentalgesetze gestrebt, welche wir per Inductionem aus den vielfältig angestellten, von mehrern Seiten her übereinstimmenden, und daher factisch erwiesenen Erscheinungen der Wärme, auszusprechen befugt sind. Ich sage Interpretation nicht Erklärung, und das zwar aus folgendem zweifachen Grunde, den ich in dem oben genannten Werke an mehrern Stellen als Basis meiner Ansichten über das Naturstudium, theils offen, theils stillschweigend, ausgedrückt habe:

1) Das Interpretiren oder Auslegen des Geistes der aus den Erscheinungen abstrahirten Gesetze, welches, wo es die Natur des Gegenstandes gestattet, das Erklären schon selbst mit sich herbeiführt; dieß Interpretiren ist es eigentlich, wornach ein unbefangenes, mit all' seinen Fähigkeiten des Sinnes und Geistes in die Natur blickendes, und von da aus zu dem dieselbe belebenden Geiste empor sich erhebendes, noch unverdorbenes ächtes Menschengemüth, ohne alle Nebenrücksicht auf bürgerliche Verhältnisse, strebt. Und wenn in unserer Zeit, vorzüglich außerhalb Teutschland, diesem Sitze eines helldenkenden gemüthvollen Geschlechtes, jenes Streben nach dem klaren und lebendigen Ausdrucke einer begeisterten Naturanschauung, in einen in sich erstarrten leblosen magern Abriß von Erklärungs- und Berechnungs-Formeln ausgeartet ist, so kömmt dieß daher, daß wir, durch die Last positiver bürgerlicher Verhältnisse niedergebeugt, des freien urmenschlichen Emporschwingens unfähig, uns nicht mehr einer begeisterten Naturanschauung hingeben; sondern, daß wir die Kräfte der Natur beinahe bloß mehr als ein uns für bürgerliche Endzwecke, Fabrikation und Spekulation dargebotenes Magazin betrachten, zu dessen

gewinnvoller Benutzung es wesentlich darauf ankomme, die ungeheure Menge der uns hier zu Gebote stehenden Schätze unter Tabellen und Namenregister zu bringen, so wie die Handlungsweise der hier mit ins Spiel kommenden Kräfte, durch bequeme Formeln und Regeln, auszudrücken *). Und in dieser Hinsicht leiste die materielle Ansicht der Natur, nach der Methode der Atomistiker, vortreffliche Dienste; theils durch das bequeme Schema von Regeln und Formeln, das sich auf eine handwerksmäßige Weise leicht aus derselben entwickeln läßt; theils dadurch, daß durch diese handgreifliche Methode unser Geist alles höhern übersinnlichen Aufschwunges immer mehr und mehr unfähig wird, und wir daher von unserm ursprünglichen Menschenadel allmählich Dasjenige ablegen, was sich außerdem in uns gegen eine so inhumane, bloß durch Schulpedanterei gutgeheißene Naturanschauung empören müßte.

*) Wie sehr der bürgerliche Zustand, die innere Verfassung, die Staatsverwaltung, und andere politische Umstände auf die Philosophie, welche nur als das Eigenthum des reinen, von allen übrigen Verhältnissen freien Menschen als denkenden und empfindenden Wesens betrachtet seyn sollte, influenziren; dieß zeigt sich, zum großen Nachtheile für ein ungehemmtes Fortschreiten der Philosophie, auf deren Geschichte. Daher es dem ächten Forscher nach Wahrheit, es sey nun über Naturlehre oder Metaphysik oder irgend einen Zweig des menschlichen Forschens, höchst wichtig ist, ehe er sich dem einen oder dem andern Systeme hingibt, die Periode der jedesmaligen Systembildung sammt ihren auf die Wissenschaft einwirkenden Umständen, wohl zu würdigen, und vorzüglich gegen solche Systeme behutsam zu seyn, die sich in Zeiten bildeten, wo mancherlei Nebenrücksichten die reine Quelle der Forschung trüben konnten. So müssen wir z. B. gegen die zu der Zeit der französischen Encyclopädisten aufgestellten Systeme, wenn gleich in denselben durch Mathematik und sorgfältig angestellte Versuche manches herrliche Resultat zu Tage gefördert wurde, sehr mißtrauisch seyn, da in jenen Systemen ein beinahe zuchtloses Streben, alle Religiosität, ja selbst den Glauben an Gott und Unsterblichkeit zu untergraben, mit oft teuflischen Farben hervorleuchtet, wodurch allen Ansichten eine plumpe Materialität ertheilt wird, und aller Scharfsinn, alle Finesse und Subtilität des Geistes sich beinahe nur mehr im Kalkül äußern, bei einem übrigens gänzlich erloschenen Gefühle für alles wahrhaft Schöne und den Geist nach dem Unendlichen hin Erhebende; wodurch das Studium der Natur eine derselben wahrlich nicht entsprechende, höchst prosaische Form erhält. Ueber den Einfluß der äußern Umstände auf den Gang der Philosophie sagt unter andern Tennemann in seiner Geschichte der Philosophie von den Griechen: Die Erscheinung und die Lehrart der Sophisten war durch die Veränderung der politischen Verhältnisse, der Sitten, und durch den Zustand der Philosophie des damaligen Zeit vorbereitet und herbeigeführt. Mehrere Ursachen mußten mitwirken, um eine so vielseitige Erscheinung hervorzubringen. Die vergrößerte Gewalt des Volks vermehrte den Einfluß der Redekunst. Jetzt wurde die Kunst der Ueberredung von mehrern bearbeitet und in Regeln gebracht. Jeder Bürger in den griechischen Freistaaten war durch die Großthaten der Griechen in dem Persischen Kriege zu einem höhern Selbstgefühl gekommen; er wünschte jetzt auch in der Lenkung der innern und auswärtigen Staatsangelegenheiten sein Ansehn zu vermehren. Aber durch nichts in der Welt konnte er sich einen größern politischen Wirkungskreis verschaffen, als durch die Beredsamkeit. Es durften sich nur Menschen finden, welche sich in den Besitz dieser großen Kunst setzten, und sie konnten sich gewiß die günstigste Aufnahme und die dankbarste Belohnung versprechen. Auch war das Beispiel des Perikles dazu aufmunternd, u. s. w.

Auf

2) Das Erklären wird stets ein eitles Wahn bleiben, ob wir gleich manche Auslegungen der Erscheinungen besitzen, die den Schein einer Erklärung annehmen, aber in dem Grade weniger der Forderung einer eigentlichen Erklärung Genüge leisten, so wie wir von den allerunterſten einfachſten Erſcheinungen der ſich uns leblos manifeſtirenden Materie zu jenen höhern Erſcheinungen uns erheben, in denen ſich ein Analogon von Leben, von Spontaneität ausſpricht. Streben wir daher einſeitig, oder auch nur vorherrſchend nach Erklärung, nach den Begriffen, nach Gründen der kalten Vernunft, ſo ſtreben wir, wenn wir das Geſammtbild der Natur unſern Unterſuchungen unterwerfen wollen, nach einem Phantome; und wollen wir nur dem Reellen, dem Erreichbaren nachgehen, ſo müſſen wir bei unſerer Suche nach Erklären und Begreifen, uns bloß dahin beſchränken, die inſipiden Geſetze der Bewegung am Lebloſen zu betrachten; denn was haben wir auch nach unſerm, Jahrtauſende lang fortgeſetzten Grübeln, außerhalb des Gebietes der Mechanik auf eine befriedigende Weiſe erklärt?

Nein! das Erklären und Begreifen der Naturgeſetze aus Gründen, die außerhalb des Naturgeſetzes ſelbſt liegen ſollen, ſey nicht unſer unmittelbarer Endzweck, ſondern möge nur da dankbar, aber mit großer Vorſicht gegen ſüße Selbſttäuſchung, mit aufgenommen werden, wo es mit der Interpretation der Naturgeſetze, nach der wir unmittelbar ſtreben, ungezwungen herbeigeführt wird.

Wer nun nach fragen möchte: Wozu dieß Streben nach einer Interpretation der Naturgeſetze, welche im Allgemeinen doch nicht ſo ſehr auf ein klares Erfaſſen, als auf ein mehr zu fühlendes dunkles Ahnen ohne helles Bewußtſeyn des demſelben zum Grunde Liegenden, hinaus führen kann, da ſich ja daraus doch keine Anwendung in der (ſogenannten) wirklichen Welt machen läßt? dem ließe ſich zwar darthun, wie ſehr die teutſche Naturphiloſophie durch jenes Streben z. B. auf ein tieferes Eindringen in das Weſen der Phyſiologie, und hiedurch der Heilkunde beigetragen habe; allein, ohne mich hier in eine ſo weitläufige Auseinanderſetzung einzulaſſen, die ohnedieß nur dem Eingeweihten verſtändlich wäre, welcher ſolch eine Frage nicht anſtellt, begnüge ich mich, jene Frage durch folgende Gegenfragen zu erwiedern (bloß den hier behandelten Gegenſtand und nicht etwa anmaßend mich hier betrachtend, wo die Namen gefeierter Helden der Kunſt angeführt werden): Wozu ein Laokoon, eine mediceiſche Venus, ein Apoll von Belvedere? wozu die unſterblichen Werke eines Raphael, Rubens? wozu eine Odyſſee, Meſſiade? wozu die Werke eines Haydn, Mozart? u. ſ. w. — Wer mir dieſe Fragen beantwortet, dem will ich es einleuchtend machen, warum wir dem uns himmelan erhebenden Gefühle folgen ſollen, das uns auffordert, aus den Erſcheinungen den Geiſt, der ſie belebt, zu entziffern, und wenigſtens ahnend zu deuten, was wir zu faſſen unfähig ſind.

Den Weg zu einer ächten, vortheilsfreien, unbefangenen, mit unserm ganzen denkenden und empfindenden Wesen, der ganzen Fülle unserer Empfänglichkeit nach, aufgefaßten, aus dem Accorde unsers Wesens mit der Außenwelt in reinster Harmonie erzeugten intellectuellen Naturanschauung; — die Methode, wie wir dynamisch nachweisen mögen, was wir somatisch wahrnehmen, die Ideen aussprechen, die uns durch die Hieroglyphen der Erscheinungen hingeschrieben sind, dasjenige wenigstens gründ zu deuten, das, sich unsers ganzen Wesens bemächtigend, uns ein klares Erfassen gestatten kann; — die Bahn nach diesem erhabenen Ziele, und wie auf derselben zu wandeln sey; — die Mittheilung einiger durch Verfolgen derselben selbst gewagter Blicke in die Mysterien der Natur; — dieß war es, was ich in dem oben erwähnten Werke (Skizzen u. s. w.) mit unverdorbenem Sinne und ächtem Wahrheitsgefühle, wenn zwar mit schwachen Fähigkeiten ausgerüstet, anzudeuten mich bemühte.

Möge es mir gelungen seyn, in dem gegenwärtigen Vortrage, wo ich einen einzelnen Zweig aus der Naturansicht überhaupt zur innigern Erforschung anhebe, zu zeigen, daß ich in der Kunst, die Natur zu interpretiren, genugsam fortgeschritten sey, um zu der Hoffnung zu berechtigen: Was in des Menschen Busen so mächtig herrscht, sey nicht ein eitles Streben nur, ohne Hoffnung demselben folgen zu dürfen, das, gleich einem versengenden Feuer, gewaltsam unterdrückt werden müsse.

Ich wählte hier, zu einer weiter verfolgten Interpretation, die Fundamentalgesetze an den Erscheinungen der Wärme, ein Gegenstand, den ich in den Skizzen nur aphoristisch und nur als zu dem Ganzen der Erscheinungen gehörig, abhandelte. Ich habe hier den Gegenstand in demselben Geiste verfolgt, mit der vorzüglichen Rücksicht, die Erscheinungen der Wärme auf eine mehr dynamische als atomistische Weise zu interpretiren, wodurch die Fiktion eines sogenannten Wärmestoffs gänzlich hinwegfällt, und die Wärmeerscheinungen sich an die Erscheinungen der lebenden Natur sowohl, als an jene der Bewegung unbelebter Körper, sehr ungezwungen anreihen; wodurch es daher (wie überhaupt bei einer weniger materiellen atomistischen Ansicht der Natur) möglich wird, eine Menge auffallender Analogieen zu entdecken, die sich theils an den untergeordnetsten Erscheinungen der Bewegung, theils an den höhern Erscheinungen des vegetativen und animalen Lebens, ja selbst an dem höchsten Ausdrucke des Naturlebens, an dem Walten unseres Geistes, auf die überraschendste Weise abspiegeln. Zugleich war ich bemüht, mich bei meinen Forschungen des Kalkuls (so viel dieß ohne Lähmung der Phantasie geschehen konnte) zu bedienen; eine äußerst schwierige Aufgabe, sobald man den vom Atomistiker vorgezeichneten Weg verläßt. Denn der Ansatz der Rechnung muß dann in jedem Falle eigends erfunden werden; statt daß bei atomistischer Betrachtung des Gegenstandes, der Rechnungsansatz sein ein für allemal angenommenes Schema besitzt, durch welchen, die

Digitized by Google

Bequemlichkeit begünstigenden Umstand, die atomistische Physik wohl manchen Anhänger und warmen Vertheidiger erhalten haben mag. — Ich strebe dahin, die Beziehungen zu entdecken, welche zwischen den Erscheinungen des Calorifizirens und den Erscheinungen des Mechanismus (der Mechanismus als Action betrachtet S. 4 und S. 81 der Skizzen . . . .) bestehen mögen, da uns hiedurch ein klarer Blick in das geheimnißvolle Walten des Calorifizirens wenigstens vergleichungsweise mit jener Action (dem Mechanismus) gestattet ist, welche unter allen Actionen der Natur unsere Forschungen mit den befriedigendsten Resultaten belohnt; denn welcher Theil unseres Philosophirens über Natur gewährt uns wohl jene klare Ansicht, der selbst der Stempel geometrischer Evidenz aufgedrückt ist, wie die Mechanik, vorzüglich seitdem ein Newton, ein Laplace u. a. große Geister der neuern Zeit, die analytische Dynamik zu einem für sich bestehenden, von aller Empirie unabhänglgen Systeme von bewundernswerther Consequenz, genialem Scharfsinne und erhabener Tiefe geschaffen haben! — Wenn wir aber dahin zielen, den Geist der analytischen Dynamik auf die Theorie der Wärmeerscheinungen, auf die Interpretation der Gesetze des Calorifizirens zu übertragen; so waren wir weit entfernt, die in der Physik leider so übliche Methode nachzuahmen, nämlich alle zu interpretirenden Erscheinungen stets nur als Resultate von Bewegungen zu betrachten, wornach in der Wärmetheorie, entweder ein eigener sogenannter Wärmestoff, oder gewisse Vibrationen, Schwingungen, u. dgl. an dem die Wärmeerscheinungen ausübenden Körper, fingirt werden müssen. Nein! wir wollten nicht die Bewegung, nicht die Manifestation des Mechanismus, auf die Wärmeerscheinungen, auf die Manifestationen des Calorifizirens, übertragen, sondern wir wollten bei Betrachtung dieser letztern den Geist der Betrachtungen an den Erscheinungen des Mechanismus übertragen, jenen Geist tiefer Unbefangener Forschung, von welchem Newtons analytische Dynamik durchdrungen ist.

So sehr es getadelt werden muß, wenn in die Wissenschaft ohne Noth neue Ausdrücke und Benennungen eingeführt werden, indem hiedurch das wissenschaftliche Fortschreiten unnützerweise erschwert wird, und zugleich manchem Schriftsteller ohne alle Originalität, die Mittel dargeboten sind, durch neue Worte den Anstrich von Eigenthümlichkeit anzunehmen, und so einen falschen Schimmer um sich her zu verbreiten; eben so sehr muß es demjenigen, der sich in der Wissenschaft neue Bahnen eröffnet, der das bisher auf eine bestimmte Weise Betrachtete ganz neuen Gesichtspunkten unterwirft, gestattet seyn, in seinem Vortrage jene Ausdrücke zu gebrauchen, welche, wenn gleich neu, dennoch dem Gegenstande angemessener als die allgemein gebrauchten Ausdrücke sind. Außerdem wäre dem originellen Selbstdenker eine höchst nachtheilige Schranke gesetzt, denn er muß eben so frei und ungefesselt sich ausdrücken dürfen, als die Gedanken und Empfindungen mit lebendiger Spontaneität sich an einander reihen, und ein schönes, individuell für sich da

ſtehendes Ganze, bilden. — Dieß zu meiner Entſchuldigung, wenn ich in der folgenden Abhandlung, ohne Nachtheil für Klarheit und Lebendigkeit meiner Ideen, es nicht vermeiden konnte, manchen neuen Ausdruck, ſo wie ihn mir die Idee ſelbſt vorſchrieb, einzuführen, wobei ich jedoch mit möglichſtem Fleiße die eigentliche Bedeutung ſolcher Ausdrücke entwickelte, und wo es möglich war, dieſelben mit den gebräuchlichen Ausdrücken in Parallele ſetzte. Der Hauptgrund aber, warum ich mich genöthigt fand, neue Ausdrücke einzuführen, liegt darin, daß ich bei meiner angenommenen Methode, die unbefangen aufgefaßten Erſcheinungen zu interpretiren, ſorgfältig alle Ausdrücke vermeiden mußte, denen ſchon ſtillſchweigend eine Hypotheſe zum Grunde liegt, da der in ſolchen Ausdrücken ausgeſprochene Satz nicht mehr die Sprache des unbefangenen Beobachters iſt, ſondern desjenigen, der die Erſcheinung nicht ſo ſieht, wie ſie ſich ihm darſtellt, ſondern wie er ſie ſich, nach irgend einer angenommenen fixen Idee, vorſtellt. Und leider iſt unſere Naturlehre voll ſolcher Ausdrücke, wie ich dieß an mehrern Orten (Skizzen ..... §. 25. §. 40. 41.) gelegentlich und beiſpielweiſe gezeigt habe.

Die Fundamentalgeſetze

an den

Erſcheinungen der Wärme

empiriſch begründet,

und deren Bedeutung

nach dynamiſch-mathematiſchen Anſichten im Geiſte hervorgerufen, ohne Annahme eines Wärmeſtoffes.

(Als weitere Entwickelung der vorgetragenen Anſichten Seite 190 bis Seite 206 in den Skizzen zu einem Geſetzbuche der Natur.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Wenn wir die Erscheinungen der Wärme an einem Körper a wahrnehmen, wenn dieser einen gewissen Grad von Wärme ausübt, so wollen wir uns des Ausdruckes bedienen, der Körper a calorifizire bis auf diesen oder jenen Grad. Das Calorifizi. ren des Körpers a äußert sich zu gleicher Zeit auf mancherlei Weise, und zwar: erstens durch ein bestimmtes räumliches Erscheinen an seiner eigenen Masse, welches sich zuweilen bloß dahin beschränkt, im Ganzen ein Volum von bestimmter Größe einzunehmen, zuweilen aber auch dahin ausdehnt, nicht bloß ein bestimmtes Volum einzunehmen, sondern die ganze Masse als aus abgesonderten Theilen zusammengesetzt darzustellen, welche Theile gewisse Volumina einnehmen, an denen nicht bloß die Größe, sondern zugleich die geometrische Figur bestimmt sind *). Zweitens, durch die Fähigkeit des Körpers a, an einem andern gegebenen Körper b (wenn beide Körper unter einander in calorifizirende Wechselwirkung versetzt werden), eine bestimmte Veränderung in dessen räumlichem Erscheinen hervorzubringen. Drittens, durch die Fähigkeit, die vitale Action im Körper b, wenn dieser ein organischer ist, zu modifiziren. Viertens, durch die Fähigkeit, ein eigenthümliches Gefühl im Wesen b (von Hitze, ein Brennen,.....) zu erregen, wenn b ein solches Wesen ist, das einer mit Bewußtseyn verbundenen Wahrnehmung theilhaftig werden kann.

Da es für die Erscheinungen des Lebens zwar Gradationen gibt, es uns aber nicht möglich ist, für dieselben einen Maßstab festzusetzen, es also unmöglich wird, die quantitative Relation zwischen der vitalen Action und zwischen dem entsprechenden Erregungsprincipe aufzustellen (z. B. zwischen dem Momente der Wärmekraft, welches ein heißer Körper gegen einen Finger ausübt, und zwischen dem Grade des Gefühls, welches hiedurch in mir entsteht); und da wir hier den unmittelbaren Zweck haben, die Wärmeerscheinungen mathematischen Gesetzen zu unterwerfen; so kann hier bloß von jenen Aeußerungen des Calorifizirens gehandelt werden, die sich an anorganischen Körpern (welche wir aus schon erwähnten Gründen lieber suborganische nennen wollen) wahrnehmen lassen. Wir sprechen also hier immer nur von den Veränderungen am eigenen räumlichen Erscheinen, oder von jenen am räumlichen Erscheinen des influenzirten Körpers. Diese beiden

*) Wenn z. B. geschmolzenes Eisen abkühlt, nämlich an seinem Calorifiziren abnimmt, so ändert sich, eine Zeit hindurch, bloß das Volum der flüssigen Masse. Calorifizirt aber dieselbe in einem so niedern Grade, daß sie stockt, so hat sie nun, bei dem erniedrigten Calorifiziren, nicht bloß das Volum der Eisenmasse vermindert; sondern es ist rücksichtlich des räumlichen Erscheinens eine Veränderung vorgegangen, die sich auf das Innerste der Masse, auf die einzelnen Theile derselben, bezieht; es erscheint nämlich nunmehr das festgewordene Eisen, als aus abgesonderten Theilchen von bestimmter Form und Größe zusammengesetzt; es besteht an demselben eine bestimmte Crystallisation.

Digitized by Google

für ſich allein aus der Action des Caloriſizirens überhaupt herausgehobenen Aeußerungen, bezeichnen wir durch die Ausdrücke des eigenen und des mittheilenden Volumifizirens, oder des ſubjectiven und objectiven Volumifizirens.

Das Caloriſiziren eines Körpers läßt ſich eben ſowohl als ein bloßer Zuſtand deſſelben betrachten, wie ſich die mechaniſchen Erſcheinungen (die Aeußerungen von Bewegung, Zug, Druck, Stoß ....) an einem Körper als ein eigenthümlicher Zuſtand deſſelben erklären laſſen. Wir können uns hier folgendermaßen ausdrücken: Im erſten Falle befindet ſich der Körper a im Zuſtande des Caloriſizirens; im zweiten Falle hingegen im Zuſtande des Mechaniſizirens. Im erſten Falle iſt durch eine uns unbekannte veranlaſſende Urſache der Typus zum Caloriſiziren im Körper a auf einen beſtimmten Grad geweckt worden: im zweiten Falle iſt durch eine uns unbekannte veranlaſſende Urſache der Typus zum Mechaniſiziren im Körper a auf einen beſtimmten Grad geweckt worden. Im erſten Falle nehmen wir das Reſultat einer Wärmekraft, im zweiten Falle das Reſultat einer mechaniſchen Kraft wahr (die Theorie bedarf daher eben ſo wenig eines Wärmeſtoffes als eines Bewegungsſtoffes). Im erſten Falle äußert ſich das Caloriſiziren des Körpers a als eigenes Volumiſiziren, oder, gegen den ſuborganiſchen Körper b als mittheilendes Volumiſiziren; im zweiten Falle äußert ſich das Mechaniſiziren des Körpers a als eigenes Motuiſiziren (als eine beſtimmte Selbſtbewegung ausübend) oder gegen den ſuborganiſchen Körper b, als mittheilendes Motuiſiziren (auf die Bewegung des Körpers b einwirkend, z. B. im Stoße zwiſchen a und b). Im erſten Falle äußert ſich das Caloriſiziren des Körpers a gegen einen organiſchen Körper b überdieß noch durch eine eigene Stimmung der vitalen Action im Körper b; im zweiten Falle äußert ſich das Mechaniſiziren des Körpers a gegen einen organiſchen Körper b überdieß noch durch eine eigene Stimmung der vitalen Action im Körper b (z. B. wenn ein bewegter Körper, gegen einen organiſirten, gegen einen Theil eines Thieres ſtößt, ſo entſteht nicht bloß eine mechaniſche Bewegung an den geſtoßenen Theilen des Thieres, ſondern es entſtehen hieraus jene Erſcheinungen, die wir bei Quetſchungen, Contuſionen wahrnehmen, Geſchwulſt, Inflammation, Eiterung,.... zugleich auch ein ſchmerzliches Gefühl; welche Erſcheinungen eben ſo wenig dem Kalkül unterliegen, als jene, wo die vitale Action einer Pflanze durch höhern Wärmegrad geſteigert wird, oder wo ich ein Brennen beim Berühren eines heißen Körpers wahrnehme.

Wenn sich bei festen und tropfbarflüssigen Körpern das Calorifiziren durch ein eigenes Volumifiziren äußert, nämlich durch das subjective Erscheinen unter einem Volume von bestimmter Größe; so findet dieß bei gas- und dunstförmigen Flüssigkeiten nicht Statt, indem dieselben nur in sofern rücksichtlich ihrer Bestandtheile zusammenhängende Massen bilden, als sie von allen Seiten her, von Außen nach Innen zu, zusammengehalten werden. Bei diesen unaufhörlich nach Ausdehnung strebenden Körpern sind wir nicht im Stande, das Volum anzugeben, unter welchem sie endlich, ohne von Außen zusammengedrückt zu werden, sich erhalten möchten; sondern wir können an ihnen bloß das Streben wahrnehmen, ja selbst dasselbe dem Maße unterwerfen, welches Streben sie, der Verschiedenheit des unmittelbaren Calorifizirens gemäß, nach Ausdehnung, nach erhöhtem räumlichen Erscheinen, äußern. Da überdieß eine und dieselbe elastische Flüssigkeit, an welcher weder das Volum, noch der durch deren Gewicht bestimmte Massenantheil, verändert wird, bei verändertem Streben nach Expansion, (welches wir durch den veränderten Barometerstand der ringsum eingeschlossenen elastischen Flüssigkeit wahrnehmen), allemal auch eine Veränderung an der Temperatur erleidet, so daß ein Zusammenhang unter diesen beiderlei Veränderungen nicht zu verkennen ist; so sagen wir: Das elastische Fluidum äußert das in ihm auf einen gewissen Grad, durch ein entsprechendes Moment der Wärmekraft erregte unmittelbare Calorifiziren, durch das Streben nach erhöhtem räumlichen Erscheinen, und zugleich durch die Fähigkeit, an andern Körpern, mit denen es in calorifizirende Wechselwirkung tritt, das räumliche Erscheinen zu erhöhen; oder kürzer, durch das Streben nach erhöhtem eigenen Volumifiziren, und zugleich durch das entsprechende mittheilende Volumifiziren.

Aus Dalton's Versuchen hat Biot folgendes analytisch ausgedrückte Gesetz durch Interpoliren entwickelt, welches daher als ein unmittelbares Gesetz der Erscheinung betrachtet werden kann, das auf keiner Hypothese beruht:

$$F_N = 0{,}76 \cdot 10^{AN + BN^2 + CN^3},$$

worin F_N den in Metern ausgedrückten Barometerstand der Wasserdünste ausdrückt, wenn deren Thermometerstand $= 100 - N$ Graden des reaumur'schen Thermometers mit Centesimalscale beträgt, worin ferner

$$A = - 0{,}01537278757$$
$$B = - 0{,}00006731995$$
$$C = + 0{,}00000003374$$

Dalton's geordnete Versuche entsprechen folgender Tabelle:

Temperatur der Dämpfe nach Reaumur mit Centesimalscale.	Barometerstand der Dämpfe in englischen Zollen ausgedrückt.
0°00	0,200
6,25	0,297
12,50	0,435
18,75	0,630
25,00	0,910
31,25	1,296
37,50	1,820
43,75	2,540
50,00	3,500
56,25	4,760
62,50	6,450
68,75	8,550
75,00	11,250
81,25	14,600
87,50	18,800
93,75	24,000
100,00	30,000

Ein schon bestehender Zustand, von welch immer einer Art, danke er sein Daseyn dieser oder jener Veranlassung, sey er selbst ein ursprünglicher Zustand, erhält sich unverändert in alle Ewigkeit fort, wenn nicht eine veranlassende Ursache zur Veränderung jenes Zustandes hinzutritt; jene Ursache nennen wir eine Kraft, deren Natur und Wesenheit wir nie zu ergründen vermögen, sondern, an der wir bloß das Quantitative aus ihren Wirkungen zu bestimmen streben. Das Gesetz der Trägheit findet Statt für jeden Zustand, worin sich ein Körper befindet.

Jedes Zu- oder Abnehmen des Calorifizirens am Körper a, ist einer positiv oder negativ auf ihn wirkenden Wärmekraft zuzuschreiben; eben so, wie jedes Zu- oder Abnehmen des Mechanisirens am Körper a, einer positiv oder negativ auf ihn wirkenden mechanischen Kraft zuzuschreiben ist. Ein Körper würde daher nie wärmer werden, oder auskühlen, wenn er bloß sich selbst überlassen bliebe; eben so, wie ein Körper nie eine Aenderung in seiner Bewegung oder Stoßfähigkeit erleiden möchte, wenn er nicht durch mechanische Kräfte influenzirt würde, wie z. B. bei der Reibung, bei Mittheilung von Bewegung im Stoße u. s. w.

Wenn das eigene und mittheilende Motuisiziren an einem Körper a, fortwährend auf einerlei Weise zu- oder abnimmt, so ist zwar das Gesetz, wornach das Mechanisiziren sich ändert, ein beständiges Gesetz; allein der Zustand des Körpers a (aufs Mechanisiziren bezogen), ist ein veränderlicher Zustand; es besteht hier ein unaufhörliches Ueber-

treten aus einem Zustande in den andern. In diesem Falle werden wir daher nicht sagen: das sich am Körper a äußernde Mechanisiziren sey bloß ein Resultat der Trägheit des Körpers a; sondern wir müssen sagen: Der Körper a wird unaufhörlich durch eine mechanische Kraft influenzirt, welche auf eine positive und negative Weise auf ihn einwirkt, je nachdem das Mechanisiziren am Körper a zu- oder abnimmt. Wenn hingegen der Körper a fortwährend ein und dasselbe eigene und mittheilende Motuisiziren ausüben möchte, so müßten wir sagen: Hier nehmen wir das Resultat der Trägheit des Körpers a wahr, wornach dieser seinen einmal erlangten Zustand (im Mechanisiziren) fortan behauptet, in so lange keine mechanische Kraft auf ihn wirkt. Es hat daher überhaupt die den Körper a influenzirende mechanische Kraft entweder einen positiven, oder negativen Werth, oder einen Werth = o.

Wenn das eigene mittheilende Volumisiziren an einem Körper a, fortwährend auf einerlei Weise zu- oder abnimmt, so ist zwar das Gesetz, wornach das Calorisiziren sich ändert, ein beständiges Gesetz; allein, der Zustand des Körpers a (auf's Calorisiziren bezogen) ist ein veränderlicher Zustand; es besteht hier ein unaufhörliches Uebertreten aus einem Zustande in den andern. In diesem Falle werden wir daher nicht sagen: Das sich am Körper a äußernde Calorisiziren sey bloß ein Resultat der Trägheit des Körpers a; sondern wir müssen sagen: Der Körper a wird unaufhörlich durch eine Wärmekraft influenzirt, welche auf eine positive oder negative Weise auf ihn einwirkt, je nachdem das Calorisiziren am Körper a zu- oder abnimmt. Wenn hingegen der Körper a fortwährend ein und dasselbe eigene und mittheilende Volumisiziren ausüben möchte, so müßten wir sagen: Hier nehmen wir das Resultat der Trägheit des Körpers wahr, wornach dieser seinen einmal erlangten Zustand (im Calorisiziren) fortan behauptet, in so lange keine Wärmekraft auf ihn wirkt. Es hat daher die den Körper a influenzirende Wärmekraft überhaupt, entweder einen positiven oder negativen Werth, oder einen Werth = o.

Das mittheilende Motuisiziren des Körpers a ist die Fähigkeit des Körpers a, das gegebene eigene Motuisiziren des gegebenen Körpers b zu vermehren, zu vermindern, oder gar nicht zu ändern; es hat daher das mittheilende Motuisiziren des Körpers a einen positiven oder negativen Werth, oder einen Werth = o. Jedoch ist zu bemerken, daß das mittheilende Motuisiziren des Körpers a, welches auf b von gegebenem eigenen Motuisiziren bezogen einen positiven Werth hat, gegen den Körper c von einem andern eigenen Motuisiziren einen negativen Werth haben kann, u. s. w. (Der Körper a kann im Stoße den Körper b beschleunigen, hingegen den Körper c verzögern).

Das mittheilende Volumisiziren des Körpers a ist die Fähigkeit des Körpers a das gegebene eigene Volumisiziren des gegebenen Körpers b zu vermehren, zu vermindern, oder gar nicht zu ändern; es hat daher das mittheilende Volumisiziren des Körpers a einen positiven

oder negativen Werth, oder einen Werth $= 0$. Jedoch iſt zu bemerken, daß das mittheilende Volumiſiziren des Körpers a, welches auf b von gegebenem eigenen Volumiſiziren bezogen, einen poſitiven Werth hat, gegen den Körper c von einem andern eigenen Volumiſiziren einen negativen Werth haben kann u. ſ. w. (Der Körper a kann in der caloriſizirenden Wechſelwirkung den Körper b erwärmen, hingegen den Körper c abkühlen.)

Das eigene Motuiſiziren (im Beharrungsſtande, bloß nach dem Geſetze der Trägheit, an der freien Maſſe a, ohne mechaniſizirende Wechſelwirkung mit andern Körpern) des Körpers a iſt die Action, welcher gemäß der Körper a unabänderlich einerlei Geſchwindigkeit ausübt (nämlich das Durchlaufen eines beſtimmten Raumes in jeder gleich großen Zeit). Das eigene Motuiſiziren kann verſchiedene Grade haben, die, in Gedanken fortwährend vermindert, auf die Werthe $= 0$ und $= -$ führen; dieſe Werthe entſprechen beim eigenen Motuiſiziren nicht blos fingirten Rechnungsbegriffen, ſondern wirklich wahrnehmbaren Erſcheinungen (wir vermögen ein poſitives, negatives und Nicht-Bewegen wahrzunehmen).

Das eigene Volumiſiziren (im Beharrungszuſtande, bloß nach dem Geſetze der Trägheit, an der freien Maſſe a, ohne caloriſizirende Wechſelwirkung mit andern Körpern) des Körpers a iſt die Action, welcher gemäß der Körper a unabänderlich einerlei Volum einnimmt. Das eigene Volumiſiziren kann verſchiedene Grade haben (der Körper a kann ein beſtändiges Volum einnehmen, das größer oder kleiner iſt), die im Gedanken fortwährend vermindert, auf die Werthe $= 0$ und $= -$ führen; allein, dieſe Werthe entſprechen beim eigenen Volumiſiziren blos fingirten Rechnungsbegriffen, und nicht irgend einer wahrnehmbaren Erſcheinung (wir vermögen ein poſitives Volumiſiziren wahrzunehmen, aber weder ein Nichtvolumiſiziren, noch ein negatives Volumiſiziren; erſteres wäre ein mathematiſcher Punkt, wovon wir uns wohl einen Begriff machen können, letzteres wäre etwas, das unſerer Intelligenz ſo unmöglich zu faſſen iſt, als die Zahl $\sqrt{-1}$; indeß kann uns der Kalkül eben ſowohl darauf führen, als er uns auf imaginäre Ausdrücke führt). Das negative eigene Motuiſiziren iſt nicht etwa eine dem eigenen Motuiſiziren überhaupt entgegengeſetzte Action; das negative eigene Motuiſiziren iſt eben ſowohl ein eigenes Motuiſiziren, als das poſitive eigene Motuiſiziren; jenes erſcheint bloß dadurch dieſem entgegengeſetzt, daß dort und hier entgegengeſetzte Richtungen angenommen werden. Wir

*) Die Ausdrücke beſchleunigen, verzögern aufs Mechaniſiren bezogen, entſprechen den Ausdrücken erwärmen, abkühlen aufs Caloriſiziren bezogen. Das Ueberſtrömen eines Wärmeſtoffs iſt eben ſo unnöthig zur Erklärung des Erwärmens und Abkühlens, als das Ueberſtrömen eines Bewegungsſtoffs zur Erklärung des Beſchleunigens und Verzögerns (in der Bewegung).

dürfen überhaupt ſagen: Der Gegenſatz des Poſitiven und Negativen in einer Action, entſtehe blos aus einer entgegengeſetzten Beziehung dieſer Action. Wo wir nicht im Stande ſind, eine Action einer ſolchen Beziehung zu unterwerfen, da können wir uns von dem negativen Werthe der Action keinen Begriff machen, welches keineswegs beweiſt, daß es keine ſolche Beziehung gebe. Es kann auch gar manche Beziehung an den uns übrigens bekannten Actionen möglich ſeyn, und wirklich beſtehen, ohne daß wir davon einen Begriff haben. Eben ſo können wir vom negativen eigenen Volumiſiciren annehmen, es ſey eine mögliche Action, vielleicht eine Action, welche wirklich vor ſich gehe, ja vielleicht gar eine uns ſehr bekannte Action, die wir aber bisher noch nicht als das, was ſie iſt, zu erkennen vermochten.

Wenn das mittheilende Volumiſiziren (welches eine bloße Fähigkeit iſt) wirklich in Ausübung übergeht, ſo nimmt das eigene Volumiſiziren ab oder zu (während des Stoßes verliert der ſchneller bewegte Körper an ſeiner Geſchwindigkeit, und umgekehrt); eben ſo nimmt, wenn das mittheilende Volumiſiziren wirklich in Ausübung übergeht, das eigene Volumiſiziren ab oder zu (der wärmere Körper kühlt ab, zieht ſich zuſammen, indem er den kältern erwärmt, ausdehnt und umgekehrt.)

In demſelben Sinne, als man in der Mechanik die Ausdrücke: bewegende und beſchleunigende Kraft nimmt, ſagen wir: totale und auf die Maſſeneinheit ausfallende Wärmekraft.

Es läßt ſich a priori nicht behaupten, daß wir die unmittelbare Wirkung der Wärmekraft, das unmittelbare Caloriſiziren an dem, durch die Wärmekraft, binnen irgend einer Zeit t_2 influenzirten Körper, wahrnehmen, alles, was wir an dieſem Körper rückſichtlich des Caloriſizirens hier betrachten, ſind bloß deſſen Aeußerungen, als eigenes und als mittheilendes Volumiſiziren, welche eben nicht mit dem unmittelbaren Caloriſiziren proportional ändern, wohl aber (bei übrigens unveränderten Umſtänden) beſtimmte Functionen von dem jedesmaligen Grade des unmittelbaren Caloriſizirens ſeyn müſſen, da wir hier ein Geſetz der Continuität nicht bezweifeln können. Auch berechtigen uns die Wärmeerſcheinungen (die zunehmende Temperatur eines Körpers M bei zunehmenden erwärmenden Mitteln) zu dem Schluſſe, daß das mittheilende Volumiſiziren des Körpers M gegen den gegebenen Körper m andere, wenn das unmittelbare Caloriſiziren am Körper M ändert, daß beide fortwährend zugleich (obwohl nicht eben proportional) wachſen, daß alſo (bei unveränderter Natur der Körper M, m) einerlei Grad des mittheilenden Volumiſizirens des Körpers M gegen m (einerlei Temperatur) auf einerlei Grad des unmittelbaren Caloriſizirens ſchließen laſſe *).

*) Wenigſtens gilt dieſe Behauptung vom mittheilenden Volumiſiziren des Körpers M gegen beinahe alle feſten Körper (jedoch nicht gegen alle, z. B. nicht gegen Thon, der ſich in der Hitze zuſammenzieht),

Dies ist größtentheils wohl auch von eigentlichen Volumisiziren wahr, jedoch nicht durchgehends; so besteht z. B. beim Wasser, wenn wir durch α einen sehr kleinen Werth ausdrücken, und wenn c das unmittelbare Calorisiziren des Wassers bei (3,5)° R. ausdrückt, für das unmittelbare Calorisiziren $c + \alpha$ und für jenes $c - \alpha$, einerlei eigenes Volumisiziren $= v$; bei (3,5)° R. besteht nämlich das maximum der Condensation.

Wir dürfen ferner annehmen, daß das Incrementum des unmittelbaren Calorisizirens dem (dasselbe hervorbringenden) Momente der Wärmekraft proportional sey. Ich will den analogen Satz aus der Mechanik erweisen.

Wenn ein Körper M auf irgend eine Weise (z. B. durch Reibung) gehindert ist, seinem Streben nach Bewegung ganz zu folgen, so muß dessen eigenthümliches Streben nach Bewegung, dessen Mechanisiziren, das ihm unmittelbar durch eine Kraft P binnen

---

ferner gegen Gasarten, Quecksilber, und mehrere tropfbare Flüssigkeiten; jedoch nicht gegen alle, z. B. nicht gegen Wasser, bei welchem nahe am Frierpunkte ein maximum der Condensation besteht. Ist der Körper M eine tropfbare Flüssigkeit, so kommt noch zu bemerken, daß über den Siedpunct hinaus, und unter den Frierpunct herab, das Zunehmen und Abnehmen des unmittelbaren Calorisizirens in M, in so lange auf das mittheilende Volumisiziren (aufs Thermometer) keinen Einfluß habe, als nicht die ganze Flüssigkeit M zu Dampf oder Eis geworden ist. Es tritt nämlich in jenen beiden Fällen ein vorherrschender Egoismus an der Wärmeaction von M hervor, wornach diese sich ausschließlich auf die Masse M selbst bezieht, wo gleichsam die Masse M, rücksichtlich ihrer Wärmeaction, bloß mit sich selbst beschäftigt ist. Zu gleicher Zeit beschränkt sich die subjective Aeußerung des Calorisizirens, nicht mehr blos auf ein eigenes Volumisiziren, sondern sie tritt zugleich als den eigenen Aggregatzustand bedingend hervor; die subjective des Calorisizirens erscheint nunmehr als eigenes Volumisiziren und zugleich als in sich den Plastizismus bedingend. Wird an einer Wassermasse M das unmittelbare Calorisiziren fortwährend vermindert, so erfolgt ein Verändern des eigenen und mittheilenden Volumisizirens (das Volum des Wassers und dessen Temperatur ändern sofort); hat aber das unmittelbare Calorisiziren so weit abgenommen, daß das Wasser Eiscrystalle zu bilden anfängt, so wird durch das folgende Abnehmen des unmittelbaren Calorisizirens in M, das mittheilende Volumisiziren (die Temperatur von M nicht mehr verändert; zugleich aber beschränkt sich die subjective Aeußerung des Calorisizirens von M nicht mehr bloß auf ein eigenes Volumisiziren; die Massermasse M ändert nun, bei abnehmendem unmittelbaren Calorisiziren, nicht mehr blos ihr Volum, sondern zugleich auch ihren Aggregatzustand, sie crystallisirt nach bestimmten geometrischen Figuren.

Eine ähnliche Wechselwirkung zeigt sich am Menschen, rücksichtlich der geistigen und animalischen Functionen des Lebens. Bis auf einen gewissen Grad hin, trägt eine erhöhte Geistesaction dazu bei, auch die thierischen Functionen zu potenziren (angenehme, leichte, ermunternde Geistesbeschäftigung befördert Athmen, Blutumlauf, Verdauen, Secretionen u. s. w.); allein es kann ein Grad der geistigen Action eintreten, wobei alle thierische Functionen aufhören potenzirt zu werden; der Mensch kann sich in Selbstbeschauung, in der Abstraction hergestalt verlieren, daß die zum Leben nothwendige Einwirkung des höhern lebendigen Princips auf den Organismus aufhört, daß in der höhern Vitalität ein vollkommener Egoismus hervortritt; und so sehen wir, auf Unkosten des vegetativen Lebens, das geistige sich erheben; hier treten nun freilich ganz neue Formen des Lebens hervor; denn hier ist es, wo die höchsten Ideale geschaffen werden, wo des Menschen unsterbliche Seele sich am Klarsten ausspricht.

der Zeit T mitgetheilt wird, durch jene Bewegungsquantität MV ausgedrückt werden, die er erhalten haben würde, wenn er ungehindert sich hätte bewegen können.

Nun folgt aus der bekannten Formel, $dV = 2g \cdot \frac{P}{M} dT$ (worin g die Beschleunigung der Schwere, $\frac{P}{M}$ die beschleunigende Kraft und T die Zeit ausdrücken, binnen welcher die Masse M von P influenzirt wurde, wodurch M die Endesgeschwindigkeit V erhielt), $MV = 2g \int P dT = 2g \int f'(T) dT = 2gf(T)$ (nach Lagrange Bezeichnung der ersten abgeleiteten Functionen). In eben dem Sinne ist, für jeden andern Fall derselben Art, $M'V' = 2g \int P' dT' = 2g \int F'(T') dT' = 2g F(T')$. Sind nun $\mathfrak{V}$ und $\mathfrak{T}$ dann $\mathfrak{V}'$ und $\mathfrak{T}'$ zusammengehörige Werthe von V und T, ferner von V' und T', und ist $F(\mathfrak{T}') = f(\mathfrak{T})$, so ist $M\mathfrak{V} = 2gf(\mathfrak{T}) = 2gF(\mathfrak{T}') = M'\mathfrak{V}'$.

Es mag daher die veränderliche Kraft P von der Zeit T wie immer abhängen, jene mag auf die Masse wie immer lang wirken, so ist allemal das hierdurch unmittelbar hervorgebrachte Mechanisiren dem Kraftmomente $\int PdT$ proportional, nämlich der Summe der Producte aus den successiven Kraftwerthen in die Zeitelemente, binnen welchen jene Kraftwerthe bestanden.

Dasselbe gilt in der aus den Begriffen von Wärmeaction und Wärmekraft hergeleiteten Wärmetheorie vom unmittelbaren Calorifiziren. Dieß Gesetz drücken wir algebraisch folgendermaßen aus:

$$C_x = A \int p_x dt,$$

worin C_x das binnen der Zeit t durch die Wärmekraft p_x zugewachsene unmittelbare Calorisiren, und A eine konstante Größe ausdrücken. Bei Integration von $p_x dt$, ist dann die Constante so zu bestimmen, daß $\int p_x dt$ mit t verschwinde. In diesem Sinne haben wir also, bei einerlei Masse M, welche binnen beliebigen gleich großen oder ungleichen Zeitabschnitten verschiedenen Wärmekräften $p' p'' p''' \ldots p_x$ ausgesetzt wurde, wobei verschiedene Gesetze Statt fanden (rücksichtlich des Verhältnisses zwischen der Wärmekraft und der entsprechenden Dauer t ihrer Einwirkung), für die Incremente an unmittelbarem Calorisiren, die Gleichungen

$C = A\int p'\,dt$, $C' = A\int p''\,dt$, $C'' = A\int p'''\,dt$, u. s. w. $C_x = A\int p^{x}\,dt$.

Ist in diesen verschiedenen Fällen die Temperatur von M (das mittheilende Volumisiren gegen die konstante Merkurmasse im Thermometer) gestiegen, und zwar erstlich von τ' Graden auf τ Grade, dann von τ'' Graden auf τ Grade, dann von τ''' Graden auf τ Grade, dann u. s. w., und hat, diesem gemäß, das Quecksilber im Thermometer an Volum zugenommen, erstlich um $f(\tau - \tau')$, dann um $f(\tau - \tau'')$, dann um $f(\tau - \tau''')$, dann u. s. w., so gibt die Gleichung zwischen C und $f(\tau - \tau')$, dann zwischen C' und $f(\tau - \tau'')$, dann zwischen C'' und $f(\tau - \tau''')$, dann u. s. w., oder allgemein zwischen C_x und $f(\tau - \tau_x)$, jene quantitative Relation an, welche Statt findet zwischen dem C_x Incremente an unmittelbarem Calorisiren in der gegebenen M, oder zwischen dem (dasselbe hervorbringenden) Momente der Wärmekraft, und zwischen dem entsprechenden Incremente an mittheilendem Volumisiren, rücksichtlich der gegebenen Masse M gegen die konstante Merkurmasse m im Thermometer.

Ich will hier die Methode angeben, wie man diesem interessanten Gesetze durch Versuche auf die Spur kommen könne, wie man das Gesetz finden könne zwischen dem Momente der Wärmekraft und dem Incremente am mittheilenden Volumisiren, oder (in der Sprache der Atomistiker) zwischen Quantität der Wärme, und zwischen Temperaturzuwachs, oder zwischen den zugewachsenen Graden am Calorimeter und jenen am Thermometer (welches letztere ich lieber einen Thermoscop nennen möchte.)

Man nehme gereinigtes Wasser, ferner ein ringsum verschließbares Gefäß aus sogenannten schlechten Wärmeleitern, das heißt, aus solchen Materialien zusammengesetzt, welche die Temperaturausgleichung zwischen dem eingeschlossenen Wasser und der umgebenden Luft sehr hindern *). Endlich bediene man sich eines sehr empfindlichen Quecksilberthermometers. Auch muß durch eine eigene Vorrichtung möglich gemacht werden, das Wasser im Gefäß unter einander zu rühren, bei ringsum verschlossenem Gefäße. Das Gefäß wird nur während des schnell zu verrichtenden Wassereingießens geöffnet; die ganze übrige Zeit aber beständig verschlossen gehalten. Nach jedem Einguſſe wird sogleich das Wasser im Gefäß gerührt, um schnell die ganze Wassermasse auf einerlei Temperatur zu bringen, wo dann diese Temperatur sogleich aufgeschrieben wird. Das Wasser wird immer dem Gewichte nach gemessen.

Man probire vorläufig sein Thermometer, an dem Wasser von verschiedener Temperatur, dahin, daß das Wasser von einerlei Temperatur, nach verschiedenen Massen zu-

*) Ueber das Wesen des sogenannten Wärmeleiters folgt weiter unten ein Mehreres.

sammengegossen, am Thermometer dieselbe Temperatur angebe, als die Masseneinheit des Wassers für sich abgesondert am Thermometer anzeigt, welches zwar strenge genommen unmöglich ist, aber doch näherungsweise so beim Statt finden wird, wenn die Masseneinheit am Wasser, und alle Massen, unter welchen die Temperatur des Wassers gemessen wird, groß genug gegen die Masse des Quecksilbers im Thermometer sind, daß diese Masse gegen jene Wassermasse beinahe verschwindet. Die Erfahrung beweist dieses; es ist aber auch leicht, aus der dynamischen Wärmetheorie einzusehen, wie uns dieß das Phänomen des Stoßes bei vollkommen harten und vollkommen weichen Körpern auf eine analoge Weise darthut. Hier folgt nämlich aus $MC + mc = MV + mv$, und aus $V = v$ der Werth für den Zuwachs an Geschwindigkeit in der gestoßenen Masse, so:

$$v = \frac{M(C-c)}{M+m}$$

Ändert man hier auch M, jedoch so, daß alle Werthe von M so groß gegen jene von m sind, daß m gegen sie alle beinahe verschwindet, so ist $v = C - c$ bei allen jenen verschiedenen aber beträchtlichen Werthen von M, näherungsweise unveränderlich $= C - c$.

Die Versuche sind also mit einer Quecksilbermasse am Thermometer und großen Wassermassen anzustellen, und die Einheit der Wassermasse (die Gewichtseinheit) ist groß zu nehmen.

Nun zu den Versuchen selbst.

Man gieße zu dem im besagten Gefäße eingeschlossenen Wasser, vom Normalgewichte, Quantitäten der hohen Normaltemperatur $= T$, das wir kurz das Normalwasser nennen wollen, nach einander die Wassermengen q', q'' u. s. w. q_x von den Temperaturen τ', τ'' u. s. w. τ_x (wobei man den Versuch immer wieder auf dieselbe Weise beginnt, und zwar in solchen Verhältnissen, daß die nach jedem Eingusse gehörige Masse, in den auf einander folgenden Versuchen, eine und dieselbe Normaltemperatur τ erhalte [$\tau < T$, aber $\tau > \tau' > \tau'' > \tau_x$ u. s. w.; daher $q > q' > q'' > q_x$ u. s. w.]

In allen diesen successiven Operationen ist eine und dieselbe Masse Q, von einerlei Temperatur T auf einerlei Temperatur τ erniedrigt worden; also ist in allen diesen successiven Operationen in der Masse Q einerlei Verminderung am unmittelbaren Calorisiren entstanden. Diese constante Verminderung des unmittelbaren Calorisirens an der constanten Masse Q ist aber auch die Masse Q hindurch jedesmaligen Dauer $= d'$ oder d'' oder d_x der vollendeten Ausgleichung der Temperatur (zwischen Q und q' oder zwi-

ſchen Q und q', oder zwiſchen Q nnd q'', oder .....;), nach irgend einem Geſetze der Continuität negativ wirkenden Wärmekraft $= p$, oder p' oder p'' oder ..... p_x, zuzuſchreiben, deren Moment $= N$ *) in allen Operationen einerlei Werth haben muß. Nach dem Geſetze des gleich großen Werthes zwiſchen Action und Reaction in jeder dynamiſchen Wechſelwirkung mußte aber, in allen ſucceſſiven Operationen, das jedesmalige Moment der poſitiv auf die Maſſen q' q'' q''' ..... q_x wirkenden Wärmekraft unabänderlich einen und denſelben Werth, alſo jenen $= N$ haben. Das auf die Einheit der nach einander zugegoſſenen Maſſen q' q'' q''' ..... q_x ausfallende Moment der poſitiv wirkenden Wärmekraft p' p'' p''' ..... p_x binnen der jedesmaligen Dauer d' d'' d''' .... d_x des vollendeten Ausgleichens der Temperaturen (des vollendeten Streites unter den Maſſen Q und q' oder Q und q'' oder..... oder Q und q_x bei der wechſelſeitigen Umſtimmung der Typen zum Caloriſiziren), war alſo in den ſucceſſiven Operationen $= \frac{N}{q}$ dann $\frac{N}{q}$ dann $\frac{N}{q}$ dann .... $\frac{N}{q_x}$ wodurch in den Maſſen q' q'' q''' ..... q_x alſo auch in den Maſſeneinheiten derſelben, folgende Temperatur-erhöhungen entſtanden: $\tau - \tau'$, $\tau - \tau''$, $\tau - \tau'''$, ... $\tau - \tau_x$ ferner wodurch das eigene Volumiſiziren (wie ſich dieß durch Verſuche finden läßt) der Maſſeneinheiten folgende Incremente erlitten hat: $= \varepsilon(\tau - \tau')$ dann $\varepsilon(\tau - \tau'')$ dann $\varepsilon(\tau - \tau''')$ dann ..... $\varepsilon(\tau - \tau_x)$, ferner wodurch das mittheilende Volumiſiziren an der Maſſeneinheit folgende Incremente erlitten hat $= f(\tau - \tau')$, dann $f(\tau - \tau'')$, dann $f(\tau - \tau''')$ dann ..... $f(\tau - \tau_x)$. So ließen ſich denn, durch Interpoliren, allgemein die Gleichungen anſetzen, welche die Relation zwiſchen folgenden Größen angeben möchten: Dem Temperaturincremente $\tau - \tau_x$ an der Maſſeneinheit; ferner dem Incremente am eigenen Volumiſiziren $\varphi(\tau - \tau_x)$ der Maſſeneinheit; ferner dem Incremente am mittheilenden Volumiſiziren (gegen des Thermometers Queckſil-

---

*) Bezeichnen wir $\int_x p \, dt$ durch $\underset{x}{f}(t) + C$, ſo iſt $N = \underset{x}{f}\left(\overset{d}{x}\right) - f(o)$, indem nach der Integration die Conſtante C ſo zu beſtimmen iſt, daß $\underset{x}{f}(t) + c$ verſchieden für $t = o$, und dann ferner das Moment der Wärmekraft für die Dauer $= \overset{d}{x}$ zu nehmen iſt.

**) $\varepsilon\left(\tau - \overset{\tau}{x}\right)$ drückt hier aus, um den wie vielten Theil ſeines Volums $\overset{w}{x}$ die Maſſeneinheit am Volum zugenommen habe, indem die Maſſeneinheit von $\left(\overset{\tau}{x}\right)^\circ$ auf $(\tau)^\circ$ erwärmt wurde.

bermasse) $f(\tau - \tau_x)$ von Seite der Masseneinheit des Wassers; endlich dem hiezu erforderlichen Momente der Wärmekraft $= \frac{N}{q_x}$.

Wird zu dem Normalwasser Q, statt Wassers, eine Flüssigkeit von anderer Natur gegossen, und zwar, in Bezug auf ursprüngliche Temperatur und auf den Massenantheil q_x der hinzugegossenen Flüssigkeit, Alles so angeordnet, daß Q von T Graden auf τ Grade herabgestimmt werde, wie zuvor, das also das auf die ganze Masse q_x der neuen Flüssigkeit auffallende Moment der Wärmekraft abermals N ausfällt; so beweisen die Versuche, daß das Increment des eigenen Volumisicirens auf q_x hier nicht dasselbe sey, als das Increment des eigenen Volumisizirens ehedem auf demselben Massenantheile q_x Wassers beobachtet wurde. Da also gleich große Massenantheile verschiedenartiger Körper durch einerlei Moment der Wärmekraft $= N$ nicht einerlei Increment am eigenen Volumisiziren erhalten, so müssen die verschiedenen der Wärmekraft ausgesetzten Körper ganz eigenthümliche (das effective eigene Volumisizirens) bedingende Actionen ausüben, die wir, jede für sich betrachtet, die bedingende Action schlechthin nennen wollen, so wie wir die sich hierauf beziehende Kraft als bedingende Kraft $= p$ bezeichnen. Nun ist leicht zu begreifen, daß, wenn wir das Moment der bedingenden Kraft $\int p_x dt$ durch $f_x(t) - f_x(o)$ ausdrücken, sich hieraus folgende Gleichung ergebe: $A\left(f_x(d_x - f_x(o)\right) = \left(\left(f_x(d_x) - f_x(o)\right) A - \varphi(\tau - \tau_x) w_x q_x\right) B$; worin A, A und B konstante Coeffizienten sind.

Ein Beispiel aus der analytischen Mechanik mag die Analogie zu unserer Behauptung liefern. Es werde die Masse M von der Kraft p binnen einer Zeit d_x getrieben; und es sey V die Geschwindigkeit, welche unter diesen Umständen die Masse M am Ende der Zeit d_x erlangen würde, wenn nicht eine entgegenwirkende Kraft p veranlassen möchte, daß die Masse M blos die Geschwindigkeit v am Ende der Zeit d_x erreicht. Diesem gemäß ist [bei jedem Gesetze von $p = F(t)$ und $p = f(t)$]

$$dv = 2g \frac{(P - p)}{M} dt, \text{ also}$$

$2g \int p dt - Mv = 2g \int p dt$; oder da $dV = \frac{2gp}{M} dt$, folglich $MV = 2g \int p dt$ ist, $MV - Mv = 2g \int p dt$; ist nun überdieß p eine solche Function von t, daß $\int p dt$

$= f(t) + c$ ist, so haben wir stattes auf $t = d_x$ bezogen] $MV - MV = 2g$

Das Incrementum des totalen Motuifizirens im Zustande der Freiheit (das Incrementum des unmittelbaren Mechanifizirens) weniger dem Incremente des effectiven Motuifizirens, ist proportional dem Momente der (das Incrementum des effectiven Motuifizirens) bedingenden Kraft.

Die bis hieher vorgetragenen mathematischen Ansichten, rücksichtlich des Calorifizirens am Wasser, wobei wir das Calorifiziren blos als Action betrachteten, und eben so wenig eines Wärmestoffs bedurften, als man in der analytischen Dynamik eines Bewegungsstoffes bedarf, bringen wir unter folgende tabellarische Uebersicht:

$t - t_1$	$\varepsilon - \varepsilon_1$	$B\left(V\frac{d}{N} - \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_1)\mu_1\right)$	$\frac{\mu_1}{\alpha_1} = \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_1)$	$V\frac{d}{N}$	$\frac{d}{N}$
$t - t_2$	$\varepsilon - \varepsilon_2$	$B\left(V\frac{d}{N} - \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_2)\mu_2\right)$	$\frac{\mu_2}{\alpha_2} = \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_2)$	$V\frac{d}{N}$	$\frac{d}{N}$
$t - t_3$	$\varepsilon - \varepsilon_3$	$B\left(V\frac{d}{N} - \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_3)\mu_3\right)$	$\frac{\mu_3}{\alpha_3} = \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_3)$	$V\frac{d}{N}$	$\frac{d}{N}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$t - t_x$	$\varepsilon - \varepsilon_x$	$B\left(V\frac{d}{N} - \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_x)\mu_x\right)$	$\frac{\mu_x}{\alpha_x} = \vartheta(\varepsilon - \varepsilon_x)$	$V\frac{d}{N}$	$\frac{d}{N}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Auf die Einheit der Masse ausfallendes Moment der Wärmekraft.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am unmittelbaren Calorifixiren.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum am eigenen Volumifixiren (in Theilen des ursprünglichen Volumens der Masseneinheit ausgedrückt)*).	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Moment der bedingenden Kraft.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum der Temperatur.	Auf die Einheit der Masse ausfallendes Incrementum an mittheilender Volumifixen, gegen des Thermometers andeutende Quecksilbermasse.
$\frac{N}{q'}$	$A.\frac{N}{q'}$	$\frac{\alpha'}{w'} = \varphi(\tau-\tau')$	$B\left(A\frac{N}{q'} - \varphi(\tau-\tau')\,w'\right)$	$\tau-\tau'$	$f(\tau-\tau')$
$\frac{N}{q''}$	$A.\frac{N}{q''}$	$\frac{\alpha''}{w''} = \varphi(\tau-\tau'')$	$B\left(A\frac{N}{q''} - \varphi(\tau-\tau'')\,w''\right)$	$\tau-\tau''$	$f(\tau-\tau'')$
$\frac{N}{q'''}$	$A.\frac{N}{q'''}$	$\frac{\alpha'''}{w'''} = \varphi(\tau-\tau''')$	$B\left(A\frac{N}{q'''} - \varphi(\tau-\tau''')\,w'''\right)$	$\tau-\tau'''$	$f(\tau-\tau''')$
⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮	⋮
$\frac{N}{q_x}$	$A.\frac{N}{q_x}$	$\frac{\alpha_x}{w_x} = \varphi(\tau-\tau_x)$	$B\left(A\frac{N}{q_x} - \varphi(\tau-\tau_x)\,w_x\right)$	$\tau-\tau_x$	$f(\tau-\tau_x)$
⋮	⋮	⋮ ⋮	⋮	⋮	⋮

*) Ist nämlich das ursprünglich kleinere Volum der Masseneinheit bei der Temperatur $\tau = w_x$ und das Volum der Masseneinheit, bei der Temperatur $\tau = w_x + \alpha_x$; so ist $\varphi(\tau-\tau) = \frac{\alpha_x}{w_x}$.

Wir wollen in obiger Tabelle, um ſie einer Anwendung fähig zu machen, die in den verſchiednen Columnen allgemein angezeigten Functionen beſtimmt ausdrücken; da aber dieß bei jedem einzelnen Körper durch eigends damit angeſtellte Verſuche geſchehen muß, ſo begnügen wir uns hier damit, Alles bloß auf das Erwärmen des Waſſers zu beziehen, da die hiebei gebrauchte Methode für alle übrigen Körper anwendbar iſt.

Alles aufs Waſſer an unſerm Apparate (zur Betrachtung der Erſcheinungen am Caloriſiziren) bezogen, haben wir alſo folgende Functionen zu beſtimmen:

$\frac{N}{q_x} = \frac{f^{(d)}_x - f^{(o)}_x}{\psi(\tau - \tau_x)}$, ferner $\varphi(\tau - \tau_x)$, ferner $f(\tau - \tau_x)$ endlich w_x.

Es wurde aus Verſuchen q_x oder $\varphi(\tau - \tau_x)$ folgendermaßen beſtimmt:

An dem weiter oben erklärten calorimetriſchen Apparate, wobei übrigens Alles nach der erwähnten Methode vor ſich ging, betrug das Normalwaſſergewicht $Q = 210$ g, worin g das Gewicht ausdrückt, welches dem zehnten Theile einer halben Maß Waſſers *) entſpricht. Die Normaltemperatur T des Normalwaſſers Q, betrug $= 70°$ Reaumur (Octogeſimal-Scale). Durch das beigemengte Waſſer von τ_x Graden, ward Q jedesmal abgekühlt von 70° auf 65°. Hier erhielt das beigemengte Waſſergewicht q_x, wenn τ_x nach einander die Werthe 60°, 55°, 50°, 45°, 40°, 35°, u. ſ. w. bis 0° hatte, ſucceſſive folgende Werthe, nämlich:

$q_x = 65$ g, dann 60 g, dann 55 g, dann 50 g, dann 45 g, dann 40 g, u. ſ. w. bis 5 g. Wir dürfen überhaupt anſetzen: $q_x = \psi(\tau_x - \tau) = (\tau_x + 5)$ g.

Um $\varphi(\tau - \tau_x)$, dann $f(\tau - \tau_x)$ endlich w_x zu finden, muß folgendes vorangeſchickt werden:

Das Geſetz, welches zwiſchen den Incrementen des eigenen Volumiſizirens an irgend einem feſten Körper und am Queckſilber im Thermometer Statt findet, wenn dieſe Incremente zu gleicher Zeit entſtehen, indem beide Körper von einem Momente der Wärmekraft gemeinſchaftlich influenzirt werden, ergibt ſich hieraus.

*) Die halbe Maß Waſſers wog 1 Pfund 7 Loth.

Nach Lavoisier und Laplace Versuchen *) ist die Ausdehnung der Längeneinheit eines festen Körpers, bei gleichförmig steigenden Thermometergraden (0° bis 1°, 1° bis 2°, 2° bis 3°, ... 99° bis 100°) konstant $= k'$, folglich Ausdehnung der Volumeinheit von 0° bis $t^\circ = 3k't + 3k'^2t^2 + k'^3t^3$, und eben so von a° bis $(a+t)^\circ$.

Also wächst bei einem festen Körper ein Volum V von a° bis $(a+t)^\circ$ um folgenden kubischen Gehalt: A) $\Delta V = V(3k't + 3k'^2t^2 + k'^3t^3)$.

Da bei den meisten festen Körpern k' nicht leicht über $\frac{1}{300}$, gewöhnlich nicht viel über $\frac{1}{1000}$ beträgt, so setzen wir näherungsweise

$$\Delta V = 3V(k't + k'^2t^2).$$

Berücksichtigen wir die Ausdehnung des Thermometerglases (als sehr unbedeutend gegen die Ausdehnung des Merkurs) nicht; setzen das Volum des Merkurs im beobachteten Thermometer bei $a^\circ = \overset{V'}{\underset{a}{}}$, ferner den Querschnitt der beobachteten Thermometerröhre $= q'$, die Länge eines beobachteten Grades $= b'$; so hat der Merkur im beobachteten Thermometer von a° bis $(a+t)^\circ$ an Volum zugenommen um $\overset{\Delta V'}{\underset{a}{}} = q'b't$; daher hätte irgend ein anderes Quecksilbervolum $\overset{V}{\underset{a}{}}$, unter denselben Umständen zugenommen um

$$\overset{\Delta V}{\underset{a}{}} = \overset{V}{\underset{a}{}} \cdot \frac{q'b't}{\overset{V'}{\underset{a}{}}}.$$

Aus unsern Gleichungen folgt aber

$$\frac{\overset{V'}{\underset{a}{}} \cdot \overset{\Delta V}{\underset{a}{}}}{\overset{V}{\underset{a}{}} \cdot q'b'} = -\frac{1}{2k} + \left(\frac{1}{4k^2} + \frac{\Delta V}{3k^2 V}\right)^{\frac{1}{2}},$$

wodurch das hier gesuchte Gesetz ausgedrückt wird. Dieß Gesetz läßt sich aber auch folgendermaßen ansetzen:

B) $R = A \cdot \overset{R^2}{\underset{a}{}} + B \cdot \overset{R}{\underset{a}{}}$; worin $R = \frac{\Delta V}{V}$ und $\overset{R}{\underset{a}{}} = \frac{\overset{\Delta V}{\underset{a}{}}}{\overset{V}{\underset{a}{}}}$ gesetzt wurde **).

*) Biot traité de physique.

**) $\overset{V}{\underset{a}{}}$ ist das Quecksilbervolum in irgend einem Thermometer bei a Graden, und $\overset{V}{\underset{a}{}} + \overset{\Delta V}{\underset{a}{}}$ das Quecksilbervolum in demselben Thermometer bei $(a+t)$ Graden.

Hier sind bloß R und R verschieden, wenn einerlei fester Körper mit Merkur bei verschiedenen Temperaturen verglichen wird.

Wenn wir in mehrern auf einander folgenden Versuchen unabänderlich einerlei Thermometer beibehalten, ferner auch einerlei Qualität des festen Körpers, aber dabei dessen Quantität verändern, indem wir nach einander an dem festen Körper die Volume V, 2V, 3V, 4V . . . . , durch Erwärmung ausdehnen; wenn wir überdieß das Volum V stets um einerlei Incrementum durch Erwärmung ausdehnen, so behält R in allen diesen Fällen einerlei Werth, wie die Versuche beweisen; es hat sich also in diesen Fällen V, dann 2V, dann 3V, ... , um die Volum △V, 2△V, 3△V, . . . , ausgedehnt.

Vom ganzen Momente der Wärmekraft, das auf gleichzeitige Ausdehnung des festen Körpers und des Merkurs verwendet wurde, ist also verwendet worden:

Im 1sten Falle, auf festen Körper = μ, auf Merkur = μ in Summe = μ + μ

u. s. w.

Dieß Gesetz über die Vertheilung der totalen zugleich wirkenden Wärmekraft in die zweierlei Materie ist sehr sonderbar, und deutet auf ein Analogon von Spontaneität hin, welche man, zu einer höhern Potenz gesteigert, an der Lebenskraft wieder findet. In jener Vertheilung zeigt sich das konstante Verhältniß des Incrementes zum ursprünglichen Volum als Zweck, die hiezu nothwendige Vertheilung der Kraft als Mittel.

Eben so vertheilt die Lebenskraft ihre verschiedenen Actionen am lebenden Organismus so, daß die Vertheilung als Mittel erscheint, hingegen die hiedurch Statt findende Entwicklung der mancherlei Organe als Zweck. Z. B. bei Verletzung eines Organs concentrirt sich die vitale Action des ganzen Organismus vorzugsweise in diesem Organe, mit Depauperation an den übrigen Organen; daher geschieht Reproduction auf Unkosten des übrigen Organismus.

Betrachtet man die Ausdehnung der erwärmten Körper als Resultat eines eindringenden Wärmefluidums, so wird obiges Vertheilungsgesetz ganz unbegreiflich.

Nach Gay-Lussac's und Dalton's Versuchen dehnen sich alle Gasarten, vom Frier-

bis zum Siede-Punkte, für jeden zunehmenden Thermometergrad (centesimal), um 0,00375 des ursprünglichen Volums bei 0° aus.

Noch fehlt uns das Gesetz, wornach das Moment der Wärmekraft bestimmt würde; das jede Gasart erfordert, damit es (ceteris paribus) um ein bestimmtes Volum zunehme. Dieß Gesetz möchte man finden, wenn einerlei Luftthermometer, nach einander mit verschiedenen Gasarten gefüllt, in eine Flüssigkeit getaucht würde, deren Abnahmen an Temperatur beobachtet würden, wenn in allen Fällen die Gasarten um gleich viel zugenommen hätten, u. s. w.

Aehnliche Resultate und Betrachtungen finden bei Dämpfen Statt, so lange sie nicht anfangen, sich zu tropfbarer Flüssigkeit zu kondensiren.

Biot *) hat durch eine bloß auf Versuche, ohne Ausnahme irgend einer Hypothese, gegründete Rechnung (welche ihrer Weitläuftigkeit wegen hier nicht wiederholt wird) folgende Resultate dargethan, welche mit der Erfahrung ziemlich übereinstimmen; daher wir diese Resultate, als aufgefundene Gesetze der Erscheinungen, dem Gesetzbuche der Natur hier einverleiben wollen.

Wenn das Quecksilber (im Thermometer) und irgend eine andere tropfbare Flüssigkeit φ (in einem eigenen Gefäße) zu gleicher Zeit in eine Flüssigkeit von erhöheter Temperatur getaucht werden; wenn ferner, vor dem Eintauchen, sowohl das Quecksilber als jene tropfbare Flüssigkeit φ die Temperatur des aufthauenden Eises hatten (= 0° Reaumur); wenn ferner nach dem Eintauchen das Quecksilberthermometer um τ° Reaum. gestiegen ist,

folglich $\frac{\Delta V}{V} = \frac{q \cdot b' \cdot T}{V}$ ist **), so ist (Biot's Erfahrung gemäß)

C) $\frac{\Delta V}{V} = aT + bT^2 + cT^3$, worin a, b, c, beständige Coeffizienten sind, die eigends für jede Flüssigkeit aus Versuchen bestimmt werden müssen, wo ferner V das ursprüngliche Volum der Flüssigkeit φ vor dem Eintauchen (bei 0° R.) und $V + \Delta V$ das Volum von φ bei T° R. ausdrücken. So ist z. B. bei Alkohol

*) Biot traité de physique 1816. I. p. 994.

**) V und $V + \Delta V$ sind Volumina des Quecksilbers im Thermometer bei 0° R. und bei T° R. hingegen ist der Quotient $\frac{q \cdot b'}{V}$ ein beständiger Coeffizient.

$\frac{\Delta V}{\frac{\tau' R}{V}} = 0{,}00123369\,T + 0{,}00000322537\,T^2 + 0{,}00000001198\,T^3$; ferner bei deſtil-

$\tau' R$

lirtem Waſſer $\frac{\Delta V \nabla}{V \Delta} = -0{,}000054878\,T + 0{,}0000101395\,T^2 - 0{,}00000002708\,T^3$.

Sehr ſchön folgt aus dieſer letzten Formel das Minimum des Increments am eigenen Volumiſiziren des Waſſers, folglich die größte Condenſation des Waſſers, bei 2°, 736 R *).

Wird aus den beiden weiter oben angeſetzten Gleichungen T eliminirt, ſo erhält man das durch eine Gleichung ausgedrückte Geſetz, für die zu gleicher Zeit Statt findenden Incremente der urſprünglichen Volume, am Merkur, und an der damit verglichenen tropfbaren Flüſſigkeit φ.

Nachdem wir hier das Nothwendige vorangeſchickt haben, ſo können wir nun $\varphi(\tau - \tau_x)$ $f(\tau - \tau_x)$ und w_x beſtimmen.

Es iſt:

D) $f(\tau - \tau_x) = \frac{q' \cdot b'(\tau - \tau_x)}{\frac{V'}{\mathfrak{V}}} \cdot \frac{V}{\mathfrak{V}} = G(\tau - \tau_x) \frac{V}{\mathfrak{V}}$ worin $\frac{V}{\mathfrak{V}}$ und $\frac{V'}{\mathfrak{V}}$ die

bei τ_x Graden beſtehenden urſprünglichen Queckſilbervolumina ausdrücken, deren erſteres willkürlich (jedoch immer noch ſehr klein), letzteres aber jenes iſt, das im Beobachtungsthermometer wirklich enthalten war. G und τ ſind konſtant, $\frac{V}{\mathfrak{V}}$ und τ_x veränderlich, ferner drücken q' und b' den Querſchnitt der Queckſilberſäule und die Länge eines Grades im Beobachtungsthermometer aus.

Den Ausdruck $\varphi(\tau - \tau_x)$ beſtimmen wir folgendermaßen: Das zugegoſſene Waſſer von τ_x Graden, habe ein Volum $= V_x$ (V_x iſt jenes Volum des zugegoſſenen Waſſers, welches erwärmt wird, von (τ_x°) auf τ°), und ein Gewicht $= q_x = \varphi(\tau - \tau_x)$; es habe aber dieſelbe Waſſermaſſe bei 0° ein Volum $= V_0$ gehabt. Wäre V_0 von 0° auf

*) Es erreicht nämlich dann $\Delta V \nabla$ ſeinen größten negativen Werth.

$(\tau_x)^\circ$ erhitzt worden, so hätte V_o zugenommen um $(a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3)V_o$, wäre aber V_o von o° auf τ° erhitzt worden, so hätte V_o zusammengenommen um $(a\,\tau + b\,\tau^2 + c\,\tau^3)\,V_o$ es hat also V_o zugenommen (von τ_x° auf τ° erhitzt) um $(a\,(\tau - \tau_x) + b\,(\tau^2 - \tau_x^2) + c\,(\tau^3 - \tau_x^3))\,V$. Es hat daher das bei τ_x° das Volum V_x einnehmende Wasser, indem es von τ_x° auf τ° erwärmt worden, um folgenden Antheil seines ursprünglichen Volums V_x zugenommen $= \frac{(a\,(\tau - \tau_x) + b\,(\tau^2 - \tau_x^2) + c\,(\tau^3 - \tau_x^3))\,V_o}{V_x}$, welches zugleich der Ausdruck ist, für jenen Antheil $\varphi\,(\tau - \tau_x)$, um welches das Volum der Masseneinheit des Wassers, das dieſe bei τ_x° einnahm, zugenommen hat, indem die Masseneinheit des Wassers von τ_x° auf τ° erwärmt worden. Nennen wir das Gewicht der kubischen Einheit des Wassers bei $o^\circ = \gamma$, so ist $q_o = V_o\,\gamma$. Ferner ist

$$V_x = V_o + (a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3)\,V_o = (1 + a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3)\,\frac{q_x}{\gamma},$$

$$\text{also ist E)}\quad \varphi\,(\tau - \tau_x) = \frac{a\,(\tau - \tau_x) + b\,(\tau^2 - \tau_x^2) + c\,(\tau^3 - \tau_x^3)}{1 + a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3}$$

Nun wollen wir das Volum w_x bestimmen, welches die Masseneinheit des Wassers bei τ_x Graden einnahm, ehe das Wasser von τ_x Grade auf τ Grade erwärmt wurde.

Ist γ das Gewicht der kubischen Einheit (Volumeinheit) des Wassers bei o Graden, so ist $\frac{1}{\gamma}$ das Volum der Gewichtseinheit (Masseneinheit) desselben Wassers bei o Graden. Es ist also $w_x = \frac{1 + a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3}{\gamma}$.

Die Masse des Wassers $= q_x$, welche von irgend einer Temperatur $\tau_x - y$, auf die Normaltemperatur τ erhöht wird (indem jene Masse, mit der Wassermasse Q von der Normaltemperatur T, vermischt wird), jene Masse q_x ist eine Function von $\tau - y$, die wir bereits bestimmt haben.

Wir setzen aber hier allgemein $q_x = \psi\,(\tau - y)$; und daher ist, nach der schon angenommenen Bezeichnungsweise $\frac{f^{(d)}_x - f^{(o)}_x}{q_x} = \frac{N}{\psi\,(\tau - y)}$. Ferner ist das auf die Ein-

heit der Waſſermaſſe ausfallende Moment der bedingenden Kraft $= B\left(\frac{A \cdot N}{\psi(\tau - y)}\right) -$ $- \varphi(\tau - y)\, w_x)$, wenn das Waſſer von y° auf τ° der Temperatur erhoben wird. In beiden Ausdrücken ſind N, τ, A, B, konſtante Größen.

Es iſt daher $B\left(\frac{A \cdot N \cdot \psi'(\tau - y)\, dy}{[\psi(\tau - y)]^2} - \frac{a}{\gamma}\, dy - \frac{2b}{\gamma} y dy - \frac{3c}{\gamma} y^2 dy\right)$°), wobei nach dem Differenziren die Zeichen (—) geändert wurden, der Ausdruck für das auf die Einheit der Waſſermaſſe ausfallende Moment der bedingenden Kraft, wenn die Waſſermaſſe von y° auf (y+dy)° der Temperatur erhoben wird, welches näherungsweiſe auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein ſehr kleines endliches Increment der Temperatur y° darſtellt.

Aus ähnlichen Gründen iſt $\frac{N \cdot \psi'(\tau - y) \cdot dy}{[\psi(\tau - y)]^2}$, wobei nach dem Differenziren das Zeichen (—) geändert wurde, deren Ausdruck für das auf Einheit der Waſſermaſſe ausfallende Moment der Wärmekraft, wenn die Waſſermaſſe von y° auf (y+dy)° der Temperatur erhoben werden ſoll, welches näherungsweiſe auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein ſehr kleines endliches Increment der Temperatur y° darſtellt.

Bezeichnen wir daher durch z daß auf die Einheit der Waſſermaſſe erforderliche Moment der Wärmekraft, um die Einheit der Waſſermaſſe von a° auf y° der Temperatur zu erheben (a < y, und a konſtant, hingegen y veränderlich); ſo iſt

$$dz = \frac{N \cdot \psi'(\tau - y)\, dy}{[\psi(\tau - y)]^2}, \text{ alſo } z = \frac{N}{\psi(\tau - a)} - \frac{N}{\psi(\tau - y)}$$

Es wird alſo durch ein Moment der Wärmekraft Z eine Waſſermaſſe M, von a° auf y° erwärmt, wenn I) $Z = \frac{MN}{\psi(\tau - a)} - \frac{MN}{\psi(\tau - y)}$ iſt °°).

---

*) Hier iſt die Bezeichnungsart angenommen, wie in der theorie des fonctions analytiques par Lagrange.

**) Nach den calorimetriſchen Verſuchen von Lavoiſier und Laplace, würde folgen, es ſey Z dem y proportional, wenn angenommen werden dürfte, es ſey die geſchmolzene Eismaſſe im

Dieß Resultat ist nicht bloß für die Wissenschaft von dem höchsten Interesse, sondern auch für die Bedürfnisse des bürgerlichen Lebens sehr wichtig. Wir dürfen mit ziemlicher Genauigkeit annehmen, daß bei gut konstruirten Heißungen der Kessel (wie z. B. an den neuesten englischen Dampfmaschinen) das Moment der Wärmekraft, das auf die Flüssigkeit wirkt, dem verbrannten Brennstoff = S proportional sey; daher denn letztere Gleichung auch die Brennstoffquantität angibt, die erfordert wird, um eine Flüssigkeit von der Masse M von a° auf y° zu erwärmen, wenn man Z durch C . S substituirt, worin C. eine Konstante ist, die aus einem verlässigen Versuche bestimmt werden muß.

Drücken wir aus der letzten Gleichung, y durch Z oder durch C . S aus, so ist II) $y = \Psi(M, N, \tau, a, Z) = \Psi(M, N, \tau, a, C.S)$, worin bloß yZS veränderlich sind. Hier ist die Temperatur y ausgedrückt, zu welcher die Wassermasse M vom Temperaturgrade a aus durch das Moment der Wärmekraft Z, oder durch den verzehrten Brennstoff S, erhoben wird.

Aus der uns bekannten Form des Ausdrucks $\psi(\tau - y)$ sind wir im Stande, diese zwei letzten bloß durch allgemeine Functionen ausgedrückten Gleichungen, auf eine bestimmte Weise anzusetzen:

Die Gleichung I lautet folgendermaßen: $Z = \frac{M \cdot N}{(a+5)g} - \frac{M \cdot N}{(y+5)g'}$

Die Gleichung II lautet folgendermaßen: $y = \frac{a.M.N+5Z(a+5)g}{MN-Z(a+5)g}$

Drücken wir den konstanten Coeffizienten $\frac{N}{g}$ durch L aus, und bezeichnen die durch Z hervorzubringende Temperaturerhöhung y — a durch δ, so läßt sich die vorletzte Gleichung folgendermaßen ausdrücken: $Z = M.L.\left(\frac{\delta}{(a+5)(a+\delta+5)}\right)$. Hieraus folgt, daß (unter übrigens gleichen Umständen) einerlei Temperaturerhöhung δ durch ein kleineres Moment der Wärmekraft erhalten werde, wenn die ursprüngliche Temperatur a größer ist. So bedarf es z. B. weniger Brennstoff, um M von 60° auf 70° zu erhitzen, als um es von 10° auf 20° zu erhitzen.

Calorimeter dem Momente der Wärmekraft proportional, wogegen ich aber manchen Zweifel hege. Beim Uebergehen eines Körpers aus dem krystallinischen in den flüssigen Zustand, und umgekehrt, scheint die Wärmekraft bloß als die Hindernisse aufhebend zu erscheinen, hingegen der Uebergang aus einem Aggregatzustande in den andern, als eine eigene Action aufzutreten, die gar wohl einem eigenthümlichen Gesetze folgen könnte. Wasser friert bei mehrern Graden unter dem Frierpuncte, erst bei Berührung mit Eisnadeln, u. s. w.

Um einerlei Waſſermaſſe M von einerlei Temperatur a um die Grade δ' und δ zu erhöhen, bedarf es der Wärmemomente Z und Z', die aber nicht den Temperaturerhöhungen proportional ſind, denn es folgt aus obiger Gleichung folgendes Verhältniß: $Z : Z' = \delta\,(a+5+\delta') : \delta'\,(a+5+\delta)$.

Der aus obiger Gleichung ſich ergebende Ausdruck $Z = \frac{M.L}{5} \cdot \frac{\delta}{(5+\delta)}$ für das Moment der Wärmekraft, oder für das unmittelbare Calorifiziren, welche entſprechen dem Zuwachſe des mittheilenden Volumifizirens, von Seite der Waſſermaſſe M gegen des Thermometers Queckſilbermaſſe, wenn M urſprünglich das Thermometer auf o° verſetzte; jener Ausdruck liefert die Scale zu einem eigentlichen Thermometer. Unſere bisherigen Thermometer ſind nämlich bloße Thermoſkope. Es würde aber Reaumür's Thermoſkop zu einem Thermometer, wenn ſtatt der Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, ... die denſelben entſprechenden Abtheilungen folgendermaßen bezeichnet würden $\frac{M.L}{5} \cdot \frac{1}{6} = \frac{A}{30}$

$\frac{M.L}{5} \cdot \frac{2}{7} = A \cdot \frac{2}{35}$ $\frac{M.L}{5} \cdot \frac{1}{8} = A\,\frac{1}{40}$ u. ſ. w.

Stiege z. B. an dem in die Waſſermaſſe M getauchten Thermoſkope das Queckſilber auf die Abtheilung + 3, folglich am Thermometer auf die Abtheilung bezeichnet durch $\frac{3}{28}$ A, ſo wüßten wir, daß in M ein Wärmemoment $= \frac{1}{280}$ A über jenes Wärmemoment hinaus gewirkt habe, durch welches letztere urſprünglich M das Thermometer auf o verſetzte.

Da wir den Geiſt der Geſetze am Calorifiziren vorzüglich mit dem Geiſte der Geſetze am Mechaniſiziren in Parallele zu ſetzen ſtreben, ſo wollen wir hier Folgendes mit einander vergleichen: Das Geſetz für die Zunahme des mittheilenden Volumifizirens (bei Waſſer gegen das Thermometer), und für das entſprechende Moment der Wärmekraft, mit dem Geſetze für die Zunahme des mittheilenden Motuifizirens (beim Stoße von M gegen m', oder von m gegen m', wenn m' gegen M und m verſchwindet, wenn m' vollkommen hart, M vollkommen hart, und m vollkommen elaſtiſch iſt), und für das entſprechende Moment der mechaniſchen Kraft.

Das dem Calorifiziren entſprechende Geſetz entſpricht der Gleichung $\delta = \frac{(a+5)^2 Z}{M.L-(a+5).Z}$

Das dem Mechaniſiziren entſprechende Geſetz entſpricht den Gleichungen $S = \frac{2g\,R.}{M}$ oder $5 = \frac{4g\,r}{m}$ je nachdem der an m' ſtoßende Körper M oder m', vollkommen hart oder elaſtiſch iſt. Dieß ergibt ſich aus folgendem Kalkül.

Als M noch von keiner Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit C, als es aber durch das Moment R der mechanischen Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit $\frac{C}{R}$; diese beiden Fälle vor dem Stoße mit m′ angenommen. Durch den Stoß gewann das mit der Geschwindigkeit c′ laufende m′ an Geschwindigkeit, im ersten Falle $= \frac{M\ (C - c')\ ^{*})}{M + m'} = C - c'$ im zweiten Falle $= \frac{M}{M+m'}\left(\frac{C}{R} - c'\right) =$

$= \frac{C}{R} - c' = C + \frac{2\,g\,R}{M} - c'$, worin g die Beschleunigung der Schwere ist. Daher hat M am mittheilenden Motuifiziren, durch Einwirken des Momentes R, zugenommen um $S = \frac{2\,g\,R}{M}$. Hier ist das Increment S dem R proportional (da hingegen δ dem Z nicht proportional ist); ferner ist das Increment S unabhängig von der Geschwindigkeitsvermehrung in m′ vor Einwirken von R auf M (da hingegen δ von a abhängt).

Als m noch von keiner Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit c; als es aber durch das Moment r der mechanischen Kraft influenzirt worden war, hatte es die Geschwindigkeit $\frac{c}{r}$; diese beiden Fälle vor dem Stoße mit m′ angenommen. Durch den Stoß gewann das mit der Geschwindigkeit c′ laufende m′ an Geschwindigkeit im ersten Falle $= 2\ (c - c')\ ^{**})$, im zweiten Falle $= 2\left(\frac{c}{r} - c'\right) = 2\left(c + \frac{2\,g\,r}{m} - c'\right)$ worin g die Beschleunigung der Schwere ist: daher hat m an mittheilendem Motuifiziren durch Einwirken des Moments r zugenommen um $s = \frac{4\,g\,r}{m}$.

Hier ist das Incrementum s dem r proportional (da hingegen δ dem Z nicht proportional ist); ferner ist das Increment s unabhängig von der Geschwindigkeitsvermehrung in m′ vor Einwirken von r auf m (da hingegen δ von a abhängt).

Es versteht sich, daß alles hier Gesagte über das Verhältniß zwischen Temperaturerhöhung y und Wärmemoment Z, bloß innerhalb der Grenzen des Frier- und Siede-

---

*) Nach den bekannten Gleichungen der Stoßtheorie: $MC + m'c' = MV + m'v'$, und $V = v'$.

**) Nach den bekannten Gleichungen der Stoßtheorie: $m\,c + m'\,c' = m\,v + m'\,v$ und $m\,c^2 + m'\,c'^2 = m\,v^2 + m'\,v'^2$.

puncte gelte, welche Puncte von der Natur der Flüssigkeit und dem jedesmaligen Barometerstande abhängig sind *).

Durch die Gleichungen

III). $U = M \cdot B\left(\frac{A \cdot N}{\psi(\tau-a)} - \frac{A \cdot N}{\psi(\tau-y)} - [\varphi(\tau-a)-\varphi(\tau-y)]w_x\right)$, und

IV). $y = \Phi(M, N, \tau, a, B, A, U, w_x)$, wobei letztere Gleichung aus ersterer entstand, indem man y allein auf eine Seite der Geichung brachte, ist das Moment der bedingenden Kraft U ausgedrückt durch den Temperaturgrad y, auf welchen die Wassermasse M, vom Temperaturgrade a aus, erhoben wird; und umgekehrt.

Wenn die Wassermasse M von der Temperatur a, mit der Wassermasse M' von der Temperatur a' (ohne Wärmeverlust **)) vermischt wird; so ist, während der Dauer des Streites zwischen beiden Massen, eine Wärmekraft wirksam, welche (nach dem Gesetze der

---

*) Käme es darauf an, die Gleichung zwischen y und Z dergestalt anzusetzen, daß diese Gleichung auch das Gesetz des konstanten Werthes von y über den Siedepunkt hinaus ausdrückt, so müßte durch eine Funktion von $Z = \lambda(Z)$ ausgedrückt werden, über welche sich folgende Betrachtungen anstellen ließen. Ist Z das zur Erwärmung der Wassermasse M von 0° bis y° erforderliche Wärmemoment, so folgt aus der schon begründeten Gleichung $Z = \frac{M \cdot N}{sg} - \frac{M \cdot N}{(y+s)g} = \frac{M \cdot L}{s} - \frac{M \cdot L}{(y+s)}$ die Gleichung $y = \frac{s\,Z}{M \cdot L - sZ}$. Mit dieser letzten Function nun müßte $\lambda(Z)$ gleichgeltend seyn, so daß beide Ausdrücke identisch wären, insofern in beide statt Z irgend ein Werth von o bis f substituirt würde, wenn f den Siedepunct des Wassers ausdrückt. Jedoch müßte $\lambda(Z)$ überdieß noch die Eigenschaft haben, daß (nach Lagrange Bezeichnung der ersten abgeleiteten Function) allgemein $\lambda'\left(\frac{M \cdot L \cdot f}{s(f+s)} + \omega\right) = o$ werde, insofern ω einen positiven Werth hat. Noch muß bemerkt werden, daß f insofern konstant sey, als von einem bestimmten Barometerstande der auf das zu erwärmende Wasser drückenden Atmosphäre die Rede ist; daß hingegen f mit den verschiedenen Werthen jenes Barometerstandes ändere (wenn die Reihe von Versuchen über Wasserwärmen unter verschiedenem atmosphärischen Drucke wiederholt wird). Der jedesmalige Werth von f läßt sich aus Soldners (nach Dalton's Versuchen berechneten) Formel (S. 109. in den Skizzen . . . . .) finden, wenn man erwäget, daß der Barometerstand der dem siedenden Wasser entsteigenden Dämpfe jedesmal dem zugleich stattha benden Barometerstande der Atmosphäre gleich komme.

**) Ohne Wärmeverlust heißt hier nicht (wie nach der Ansicht des Atomistikers) ohne Entweichen von Wärmestoff in andere Körper außerhalb M und M', sondern es heißt (nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinungen): ohne Mittheilung der caloriflzirenden Action von M und M' aus gegen andere Körper (z. B. die Wände des die Flüssigkeiten M und M' einschließenden Gefäßes) oder: ohne daß eine wechselseitige Umstimmung der Typen zur caloriflzirenden Action vor sich gehe, weder zwischen M und einem dritten Körper, noch zwischen M' und einem dritten Körper sondern daß jene Umstimmung bloß zwischen M und M' vor sich gehe.

Digitized by Google

Gleichheit zwiſchen Action und Reaction) binnen jedem Zeitelemente gleich ſtark poſitiv und negativ auf beide Maſſen wirkt. Wenn endlich der Streit nach Temperaturausgleichung vorüber iſt, und beide Maſſen die gemeinſchaftliche Temperatur y erlangt haben, ſo ſind beide Maſſen durch einerlei Moment der Wärmekraft von entgegengeſetzten Werthen, influenzirt worden; es beſteht daher (Gleichung I) die Gleichung (worin das Poſitive einem negativ genommenen Negativen gleichgeſetzt):

$$\psi(\tau - y) = \frac{\psi(\tau - a) \cdot \psi(\tau - a')(M + M')}{M \cdot \psi(\tau - a') + M' \psi(\tau - a)}$$

woraus ſich der gemeinſchaftliche Wärmegrad y des Gemenges folgendermaßen finden läßt.

Es iſt $\psi(\tau - y) = (y + 5)\, g$, daher gibt obige Gleichung durch gehörige Subſtitution: $(y+5)\, g = \frac{(a+5)\, g \cdot (a'+5)\, g\, (M+M')}{M\,(a'+5)\, g + M'\,(a+5)\, g}$, woraus folgt:

$$y = \frac{(a+5)(a'+5)(M+M')}{M(a'+5) + M'(a+5)} - 5 = \frac{a' \cdot M(a'+5) + a \cdot M'(a+5)}{M(a'+5) + M'(a+5)}$$ *)

Hieraus folgt für $M = o$, oder für $a' = a$, der Werth $y = a$, welches auch ſo ſeyn muß.

Soll zu der Waſſermaſſe M von der Temperatur a ſo viel Waſſer M' von der Tem-

*) Es könnte gegen die Form dieſes Ausdrucks für die gemeinſchaftliche Temperatur y folgender Einwurf gemacht werden: Hätte man dieſen Ausdruck aus Verſuchen am calorimetriſchen Apparate hergeleitet, wobei man das Normalwaſſer, ſtatt es durch die jedesmalige zugegoſſene Waſſermenge um 5 Grade zu erniedrigen, um eine andere konſtante Anzahl von Graden erniedrigt hätte, z. B. beſtändig um 2 Grade; ſo hätte man für y einen Ausdruck erhalten, der einem ganz andern Werthe entſpräche, als obiger; man hätte nämlich für y obigen Ausdruck erhalten, in welchem durchaus ſtatt der Zahl 5 die Zahl 2 vorkommen möchte. Allein dieſer Einwurf iſt aus folgenden Gründen falſch: Der Ausdruck für $\psi(\tau - \tau_x)$, welcher durch Verſuche und Interpoliren gefunden ward, nähert ſich nur in ſofern ſeinem wirklichen Werthe, als jener Ausdruck gerade aus jener Reihe von Verſuchen entwickelt ward, wobei das Normalwaſſer fortan um 5 Grade abnahm. Hätte man das Normalwaſſer beſtändig um 2 Grade abnehmen machen, ſo hätte man aus der ſich hierauf beziehenden Reihe von Verſuchen und durch Interpoliren gar wohl auf einen Ausdruck für $\psi(\tau - \tau_x)$ kommen können, der von der Form des vorhergehenden gänzlich verſchieden geweſen wäre, ſo daß nämlich in den zweierlei Ausdrücken für $\psi(\tau - \tau_x)$ die Zahlen 5 und 2 auf ſehr verſchiedene Weiſe verwebt vorkommen möchten. Dann würde aber auch in dem zweifachen Ausdrucke für y eine verſchiedene Verwebungsart der Zahlen 5 und 2 Statt gefunden haben; das heißt: Hätte man den Ausdruck für y aus jener Reihe von Verſuchen entwickelt, die ſich auf das konſtante Erniedrigen des Normalwaſſers um 2 Grade bezieht, ſo hätte man für y einen Ausdruck erhalten, in welchem zwar ſtatt der Zahl 5 die Zahl 2 vorgekommen wäre, jedoch auf eine ganz andere Weiſe verwebt, als die Zahl 5 in obigem Ausdrucke verwebt iſt; und zwar ſo, daß beiderlei Ausdrücke für y approximative einerlei numeriſchem Werthe entſprechen möchten, ſo oft man in beiderlei Ausdrücke einerlei Werthe in Zahlen für M, M', a, a', ſubſtituirt hätte.

peratur a' hinzugegossen werden, daß das Gemische die Temperatur y erhalte, so muß das zugegossene Wasser folgenden Werth, in Gewichtmaß ausgedrückt, erhalten.

$$M' = \frac{(a' + 5)\,(a - y)\,.\,M}{(a + 5)\,(y - a')}$$ wie aus obiger Gleichung folgt.

Wenn ein Körper in einem umgebenden Mittel abkühlt, und zugleich das umgebende Mittel erwärmt, z. B. eine erhitzte Metallkugel in einer eingeschlossenen Portion kalter Luft, so ist dieß, nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinung, das Resultat der sich auf Wärmeaction beziehenden Wechselwirkung zwischen dem Körper und dem umgebenden Mittel. Hiernach wird, zur Erklärung, eben so wenig das Uebertreten von Wärmestoff aus einer Masse in die andere erforderlich, als das Uebertreten eines Bewegungsstoffes aus dem stoßenden Körper in den gestoßenen Körper, in der Theorie des Stoßes, nothwendig ist, obgleich der stoßende Körper an mechanischer Action verliert, hingegen der gestoßene Körper an mechanischer Action gewinnt.

Beim Abkühlen eines Körpers in einem umgebenden Mittel, und beim gleichzeitigen Erwärmen dieses Mittels durch jenen Körper, geht zwischen diesen zweierlei Körpern ganz dasselbe vor sich, als an dem weiter oben betrachteten Kalorimeter zwischen Wasser und Wasser. Aus der auf zweckmäßige Versuche gestützten Theorie über die, allgemein zwischen jeglichen zwei Körpern Statt findende calorifizirende Wechselwirkung, möchten sich, für die Werthe der hiernach entstehenden veränderten calorifizirenden Aeußerungen, verschiedenartige analytische Ausdrücke ergeben; eben so, wie die in der Theorie des Stoßes, verschiedenartige Ausdrücke für die resultirenden mechanisizirenden Aeußerungen (Bewegungen nach dem Stoße) erhalten, je nachdem die sich stoßenden Körper von verschiedener Natur sind, nämlich elastisch, hart, weich, oder anders geartet (z. B. bis auf gewisse Grade hart und dabei unvollkommen elastisch).

Wir begnügen uns hier damit, nur einige Hauptmomente aus dergleichen Untersuchungen anzuführen.

Die calorifizirende Wechselwirkung der Massen gegen einander ist größer oder kleiner (das Abkühlen und Erwärmen der einen durch die andere geht schneller oder langsamer vor sich), je nachdem der Typus zur Wärmeaction in beiden Massen auf einen mehr oder minder verschiedenen Grad geweckt ist.

Ist das umgebende Mittel m als von unendlicher Ausdehnung im Verhältnisse zu M anzunehmen, z. B. unbegrenzte Luft, so ist das Resultat dieser Wechselwirkung bloß am Körper M wahrnehmbar, nicht am unbegränzten Mittel m; da das auf die Masseneinheit des unbegrenzten Mittels m ausfallende Moment der Wärmekraft $= \frac{\int p\,dt}{\infty} = 0$ ist. Ueberdieß nimmt M denselben Grad der kalorifizirenden Aeußerung an, als ursprüng-

lich das umgebende Mittel m. Eine heiße Metallkugel M kühlt in unbegrenzter Luft m auf den urſprünglichen Temperaturgrad der Luft ab, ohne dieſelbe zu erwärmen.

Eben ſo ändert ſich zwar die Geſchwindigkeit C der Maſſe M, wenn dieſe an die mit der Geſchwindigkeit c laufende Maſſe $m = \infty$ ſtößt, allein die Geſchwindigkeit c erleidet keine Veränderung; und überdieß iſt, wenn M und m hart oder weich ſind, die reſultirende Geſchwindigkeit V von M der urſprünglichen Geſchwindigkeit c von m gleich. Denn es iſt, aus der bekannten Theorie des Stoßes bei vollkommen harten und weichen Körpern, $M\,C + m\,c = M\,V + m\,v = (M + m)\,V = (M + m)\,v$, alſo: $V = \frac{M\,C + m\,c}{M + m} = c$, und eben ſo $v = \frac{M\,C + m\,c}{M + m} = c$. Beziehen wir dieſe Betrachtung auf den Stoß vollkommen elaſtiſcher Körper, ſo iſt zwar die Geſchwindigkeit c des m unverändert geblieben; allein die Geſchwindigkeit C des M iſt nicht in jene c verwandelt worden. Denn es folgt aus der bekannten Theorie des Stoßes bei elaſtiſchen Körpern: $M\,C + m\,c = M\,V + m\,v$ und $M\,C^2 + m\,c^2 = M\,V^2 + m\,v^2$, folglich $V = C - \frac{2\,m}{M+m}(C - c)$ und $v = c + \frac{2\,M}{M+m}(C - c)$, daher für $m = \infty$ ſich ergibt: $V = 2c - C$ und $v = c$.

Der Prozeß der calorifizirenden Wechſelwirkung des wechſelſeitigen Erwärmens und Abkühlens des einen Körpers durch den andern, hat daher weit mehr Analogie mit dem Prozeſſe des Bewegungstauſches bei harten und weichen, als mit demſelben Prozeſſe bei elaſtiſchen Körpern. Wenigſtens ſcheint dieß ſo bei unſern vielleicht nicht genugſam empfindlichen Thermometern. Denn ſogleich ſoll gezeigt werden, daß, ſtrenge genommen, die Temperatur des in der Luft auskühlenden Körpers nie vollkommen der urſprünglichen Lufttemperatur gleich werde; daß alſo der hier Statt findende Prozeß des Wärmeaustauſches analog ſey jenem Prozeſſe des Bewegungsaustauſches, welcher Statt findet bei Körpern, die weder vollkommen hart oder weich noch vollkommen elaſtiſch ſind, wie dieß eigentlich bei allen uns bekannten Körpern der Fall iſt, da vollkommene Härte, Weiche und Elaſticität bloß Ideale ſind, die wir in der Natur nirgend antreffen.

Nennen wir T die Temperatur des erhitzten, und allmählig in der Luft erkaltenden Körpers am Ende irgend einer Zeit t; ferner T_0 und t_0 die Temperaturen deſſelben Körpers und der umgebenden Luft zu Anfange der Zeit t, ſo beſteht folgende (aus den Erſcheinungen hergeleitete) Gleichung*): $\log.(T - t_0) = \log.(T_0 - t_0) - At$.

Sollte dieß Geſetz nicht blos innerhalb gewiſſer Grenzen Statt finden, ſondern allge-

*) Biot traité de physique T. IV.

mein, für jeden Werth von t, so würde daraus folgen, daß T nie = t_0 werde, da für $T = t_0$ folgt: $t = \infty$, ein Gesetz, das eben so wenig ungereimt ist, als jenes des endlichen Werthes am Flächeninhalte, der durch die Hyperbel und durch die als Abscissenaxe angenommene Asymptote eingeschlossen ist, und der einem unendlich großen Werthe der Abscisse entspricht. Es scheint uns freilich in den Versuchen, daß endlich $T = t_0$ werde; besitzen wir denn aber schon solche Thermometer, die uns die Wärmegrade nicht bloß näherungsweise angeben? kann es nicht seyn, daß das Thermometer uns beide Körper als von gleicher Temperatur angibt, indeß doch noch ein sehr kleiner Unterschied in beiden Temperaturen obwaltet?

Aus obiger Gleichung folgt $\frac{dT}{T-t_0} = -A\,dt$, und näherungsweise.

$\Delta T = -A\,(T-t_0)\,\Delta t$, wenn ΔT und Δt die endlichen sehr kleinen Incremente der Temperatur und der Zeit ausdrücken, welche durch die Zunahme irgend einer Zeit t zugleich Statt finden.

Die letzte Gleichung, welche sich auch so ansetzen läßt, $\Delta T = -A\,(T_0-t_0)\,\frac{\Delta t}{a^{At}}$,

und worin A und a konstante Größen sind, drückt aus die Abnahme der Temperatur des in der Luft abkühlenden Körpers, binnen einem kleinen Zeitmomente Δt, das in jenem Augenblicke der Abkühlungsperiode t angenommen wird, wo der Körper die Temperatur T erreicht hat. Hieraus läßt sich die zugleich Statt findende Abnahme des mittheilenden Volumisirens leicht bestimmen, welches der in der Luft erkaltende Körper gegen die Merkurmasse des Thermometers ausübt. Aus den bisherigen Betrachtungen sind wir im Stande, das Gesetz analytisch auszudrücken, welches bestehe zwischen der im Streite um Temperaturausgleichung wirksamen Wärmekraft P, und zwischen der entsprechenden Zeit t; für den Fall nämlich, wo ein Körper, dessen Masse = M ist, in einem unbegrenzten Mittel (z. B. in freier Luft) auskühlt (durch Einwirken der auf Luft und M positiv und negativ einwirkenden Wärmekraft P).

Es ist $dT = -A.\,T.dt + A.t_0 dt$, ferner ist $dZ = P\,dt = \frac{M.N.dT}{(T+5)^2 g}$ wie wir da zeigten, wo das Wärmemoment Z bestimmt wurde, wodurch die Masse M erwärmt werden soll von a° auf y°. Da hier M von T_0 Graden auf T Grade abgekühlt wird, so ist $dT = -$.

Durch Substitution von dt, aus der ersten in die letzte Gleichung, erhalten wir für P den negativen Ausdruck: $P = \frac{M.N}{(T+5)^2 g}.A\,(t_0 - T)$. Aus dieser Gleichung zwischen

abnehmender Temperatur und der negativ wirkenden Wärmekraft, ergibt sich die Gleichung zwischen dieser Kraft und der entsprechenden Zeit; denn es folgt aus der allerersten Gleichung folgende: $\mathfrak{T} = t_o + \frac{G}{e^{At}} = t_o + \frac{\mathfrak{T}_o - t_o}{e^{At}}$, worin G die durch Integration in Rechnung gekommene Konstante, und e die Basis der natürlichen Logarithmen ist; man darf daher diesen Werth von $\mathfrak{T}$ in obiger Gleichung substituiren.

Der mit der fortschreitenden Zeit t, und mit der zugleich abnehmenden Temperatur $\mathfrak{T}$ sich fortan ändernde negative Werth von P, den wir $= KM \frac{(\mathfrak{T}-t_o)}{(\mathfrak{T}+5)^2}$ setzen können (worin K konstant), fängt gleich mit der Zeit t unter einem endlichen Werthe an, d. h. er verschwindet nicht mit t, denn für $t = o$ haben wir $P = -K \cdot M \cdot \frac{(\mathfrak{T}_o+t_o)}{(\mathfrak{T}_o+5)^2}$ welches sehr natürlich ist, da die Abkühlung des M nicht früher beginnen kann, als von dem Augenblicke an, wo eine endliche Wärmekraft angefangen hat, auf M negativ einzuwirken. Diese Wärmekraft verschwindet nicht eher, als bis $\mathfrak{T}_o = t_o$ wird, welches (wie schon gezeigt wurde) erst nach einer Abkühlungsperiode $t = \infty$ erfolgen könnte. Wäre dieß nicht der Fall; möchte nämlich nach einer endlichen Zeit die Temperatur des abkühlenden M jener der Luft gleich kommen, so müßte über diesen Zeitpunkt hinaus sich eine Oszillation von Erwärmung und Abkühlung in M einstellen, da die auf die Luft durch M begonnene Einwirkung nicht mit einemmale aufhören könnte, sondern durch den Widerstand gegen diese Einwirkung erst getilgt werden müßte u. s. w. nach ähnlichen Ansichten als bei einem Pendel.

Wir gehen nun zu einer ganz eigenthümlichen Aeußerung des Calorisizirens über. Versuche (vorzüglich angestellt von Mariotte, Pictet, Saussure) beweisen nämlich, daß ein wechselseitiges Erwärmen und Abkühlen zwischen den Körpern M und m auch dann bestehen könne, wenn sie einander nicht berühren; daß also eine Wärmeaction in Distanz Statt finde. Wir tragen kein Bedenken, in einem solchen Falle die Erscheinung strahlende Wärme (mit dem Atomistiker) zu nennen; nur denken wir uns aber hiebei nicht eine ausstrahlende Materie (Wärmestoff), sondern eine ihre Operationslinie, von ihrem Centralpunkte aus, nach allen Seiten hin entwerfende Kraft, in deren Wesenheit zu dringen wir nicht wagen, wol auch dessen nicht bedürfen. So betrachten wir denn also die strahlende Wärme auf eben diese Weise, als die Action des Leuchtens *),

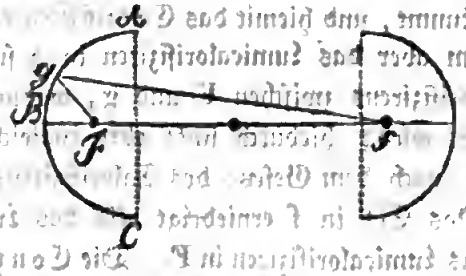
*) Die Wärmeaction äußert sich am wärmenden Körper durch eigenes Volumisiziren, am erwärmten Körper durch Aufforderung zum Volumisiziren. Die Leuchtaction äußert sich am leuchtenden

(mathematische Entwickelung der Lichterscheinungen in den Skizzen x [illegible]), oder als die Action des Anziehens (Attraction) u. s. w.

Uns ist die Erscheinung der strahlenden Wärme, das Verbindungsglied zwischen dem Calorisiziren und Lumisiziren, ein Mittelding aus beiden, ein Lumicalorisiziren. Es darf uns daher nicht befremden, wenn wir an jener verknüpfenden Erscheinung dieselben Gesetze wiederholt erblicken, die wir theils am Lumisiziren, theils am Calorisiziren beobachten können.

Der stärker beleuchtete Körper erhöht das Leuchten des schwächer beleuchteten; und eben so erhöht der stärker calorisizirende Körper das Calorisiziren des schwächer calorisizirenden; im ersten Falle verliert der leuchtende Körper nichts an seiner Fähigkeit zu leuchten, wol aber verliert der calorisizirende Körper an seiner Fähigkeit zu calorisiziren; (hierüber soll bald ein Mehreres gesagt werden). Die katoptrischen und dioptrischen Gesetze des Lumisizirens folgen aus der Natur und Wesenheit des (bloß als eigenthümliche Action des lumisizirenden Körpers betrachteten) Lumisizirens, ohne Annahme von Lichtstoff (mathematische Entwickelung der Fundamentalgesetze der Lichterscheinungen). Eben so lassen sich die katoptrischen und dioptrischen Gesetze an den Erscheinungen der strahlenden Wärme am Lumicalorisiziren, aus der Natur und Wesenheit des Lumisizirens und zugleich des Calorisizirens, ohne Annahme von Lichtstoff und Wärmestoff, herleiten.

Wird in einem hohlen Elliptoide mit glatter Innenwand



ein leuchtender Körper in den einen Brennpunct F gesetzt, so wird ein dunkler Körper im andern Brennpuncte f beleuchtet; das Lumisiziren conzentrirt sich im Puncte f; denn jedes von F beleuchtete Element g des Spiegels A B C entwirft die zwei Hauptoperationslinien

---

Körper durch Verkünden des eigenen Standpunctes im Raume, am beleuchteten Körper durch Aufforderung zum Verkünden des Standpunktes im Raume. Hieraus ergibt sich die Analogie zwischen Calorisiziren und Lumisiziren; beide Actionen beziehen sich auf den Raum; erstere aber auf das Erfassen des Raumes, letztere hingegen auf das Verkünden des schon erfaßten Raumes. Beide Actionen mögen wol da in einander übergehen, wo die Phänomene der strahlenden Wärme (im eben erklärten Sinne) eintreten.

(bei seinem Lumisiziren) g F und g f. Es werde der Körper in F durch jenen in F wie immer stark oder schwach beleuchtet; sey nämlich die (sich aufs Lumisizirten beziehende) Wechselwirkung zwischen diesen Körpern stärker oder schwächer, so hat dieß keinen Einfluß auf die Fähigkeit fernerhin zu lumisiziren am Körper in F; denn es liegt einmal in der Natur des Lumisizirens, daß sich das Leuchtende durch das Leuchten selbst nicht erschöpft (wovon der Grund weiter unten gesucht wird). Anders verhält sich die Sache, wenn der in F befindliche Körper nicht ein leuchtender, sondern ein wärmestrahlender, ein lichtförmig calorisizirender ist; denn hier combinirt sich die Natur des Lumisizirens mit jener des Calorisizirens. Es tritt hier das dem Lumisiziren eigene katoptrische Gesetz hervor, zugleich aber auch das dem Calorisiziren zukommende Gesetz, daß der calorisizirte Körper (in f) auf Unkosten des calorisizirenden (in F) calorisizirt werde. Wird in F eine heiße Metallkugel, in f ein Stückchen Eis gebracht, so schmilzt das Eis (das Calorisiziren wird gesteigert) und zugleich kühlt die Metallkugel ab (das Calorisiziren wird herabgestimmt). Analysiren wir diese Erscheinung ihrem Verlaufe nach, so stelle sie sich der Idee folgendermaßen dar:

g wird durch F lumicalorisizirt (in g wird der Typus zum Wärmestrahlen zum Lumicalorisiziren geweckt); g entwirft daher (nach dem Gesetze des Lumisizirens) die Hauptoperationslinien gF und gf. Indem g die Hauptoperationslinie gf entwirft, so weckt es dem Typus zum Lumicalorisiziren am Körper in f, nämlich am Eise. Der bestehende große Unterschied am Lumicalorisiziren in f und in g hat eine energische Wechselwirkung zwischen f und g zur Folge, es wird daher die Fähigkeit des Punktes g, das Lumicalorisiziren zu wecken, bedeutend herabgestimmt, und hiemit das Calorisiziren von g selbst (nach dem Gesetze des Calorisizirens). Indem aber das Lumicalorisiziren in g sinkt, wächst der Unterschied in der Stärke des Lumicalorisizirens zwischen F und g, wodurch dann die Wechselwirkung zwischen F und g gesteigert wird; hiedurch sinkt aber zugleich in F die Fähigkeit, das Lumicalorisiziren zu wecken (nach dem Gesetze des Calorisizirens), und hiemit das Lumicalorisiziren des F selbst. Das Eis in f erniedrigt also das Lumicalorisiziren in g, und hiernach erniedrigt das g das Lumicalorisiziren in F. Die Conzentration des Lumicalorisizirens in f erfolgt rein nach dem Gesetze des Lumisizirens; die Herabstimmung des Lumicalorisizirens in F hingegen erfolgt rein nach dem Gesetze des Calorisizirens. So interpretiren wir denn also die hier angeführte Erscheinung, ohne Abnahme eines ausstrahlenden Wärmestoffs oder wol gar eines Kältestoffs.

Das Lumicalorisiziren kann sich als ein noch deutlicherer Uebergang vom Calorisiziren zum Lumisiziren aussprechen, als wir es hier zeigten, wenn nämlich nicht bloß ein Calorisiziren in Distanz mit Entwerfung geradliniger Operationslinien voe sich geht sondern, wenn die diesen Operationslinien preisgegebenen Körper aufgefordert werden, nicht bloß auf eine bestimmte Weise zu volumisiziren, sondern zugleich auch zu lumisiziren. Ein

merkwürdiges Beispiel eines solchen energisch ausgedrückten Lumicalorifizirens gibt uns das prachtvolle, und in seinen Folgerungen für den Naturforscher unerschöpfliche Phänomen des prismatischen Farbenbildes, wo sich das Lumifiziren der von den verschiedenen Puncten der hintern Fläche des Glasprisma influenzirten Theile unter jenen verschiedenen Modificationen manifestirt, die an unserm Gesichtssinne das Gefühl der Farbe erregen.

Drücken wir die bekannten thermometrischen Beobachtungen am prismatischen Bilde, vorzüglich angestellt von Herschel, Ritter, Ruhland, Berard, Wollaston, in unserer, auf unsere dynamische Ansicht von den Wärme- und Lichtphänomenen sich stützenden Sprache aus, mit vorzüglicher Berücksichtigung der (S. 255 der Skizzen . . . .) entwickelten Auslegung des Phänomens vom prismatischen Farbenbilde; so müssen wir sagen: Unter den lumicalorifizirenden Theilen der hintern Fläche des Prisma besteht ein zunehmendes mittheilendes Volumifiziren, wenn man nach und nach die violett, indigo, blau, grün, gelb, orange, roth lumifizirenden Theile durchwandert (denn in diesen verschiedenen Punkten steigt das Thermometer, wie es nach und nach in dieselben versetzt wird, fortwährend).

Dieß Gesetz bloß an und für sich betrachtet, hat für uns nur empirischen Werth, ohne daß wir im Stande wären, dessen eigentliche Bedeutung zu entziffern. Allein die Erscheinung erhebt sich zur Idee, wir vermöchten den Ausdruck, gleichsam die Gebehrde zu deuten, die Allegorie dem Sinne und Geiste nach zu fassen, wenn wir die Bedeutung jener mannigfaltigen Modificationen tief verfolgen, welche sich uns als Farbe manifestiren. Wir sahen uns nämlich (S. 265 der Skizzen . . . .) zu dem Schluß berechtigt, als wären die Modificationen des Lumifizirens violett, indigo, blau, grün, gelb, orange roth, die Ausdrücke eines beständigen Abnehmens der Selbstbedingung des activen Verhaltens, oder eines beständigen Zunehmens des passiven Verhaltens, rücksichtlich der Fortleitung der Lumification innerhalb der hinterleuchtenden Glasmasse.

Dieß vorangeschickt lautet unser obiges Gesetz folgendermaßen: Unter den lumicalorifizirenden Theilen der hintern Fläche des Prisma besteht ein zunehmendes mittheilendes Volumifiziren (also ein zunehmendes Auffordern zu erhöhtem räumlichen Erscheinen), wenn man nach und nach jene Theile in der Ordnung durchwandert, nach welcher Statt findet ein abnehmendes actives Verhalten rücksichtlich der Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse (folglich eine abnehmende subjective Aeußerung, die sich auf den Raum bezieht, indem die Ablenkung einer ursprünglichen Operationslinie eine sich auf den Raum beziehende Aeußerung ist, welche um so kleiner ist, je unmerklicher diese Ablenkung wird).

Der sich hier darstellende Antagonismus erhebt das Gesetz der bloßen Empirie zu

einem einzigen Gesetze, aus welchem der Geist hervorleuchtet, der sich den Sinnen formalisch verkündet. Indem nämlich die subjective Aeußerung mehr hervortritt, wird die objective Aeußerung mehr zurückgedrängt; und umgekehrt. Dieser Antagonismus wiederholt sich an hunderterlei Erscheinungen der sogenannten leblosen und lebenden Natur. So besteht er z. B. unter den Functionen der sensibeln und reproductiven Sphäre, u. s. w.

Die Versuche über das verschiedene chemische Verhalten in den verschiedenen Operationslinien der lumicalorifizirenden Theile der hintern Fläche des Prisma, worüber vorzüglich Ruhland viel treffliches versucht und gefolgert hat, indem er zugleich auch auf die Einwirkungen an lebenden Individuen Rücksicht nahm *), führen zu der Frage: Besteht in jenen verschiedenen Operationslinien des Lumicalorisizirens ein eigenthümliches sich verschiedentlich äußerndes Chemisiziren; oder kann sich das Chemisiziren irgend einer angenommenen, und jenen verschiedenen Operationslinien preisgegebenen Substanz nur verschiedentlich modifiziren? Aehnliche Fragen ließen sich rücksichtlich des vitalen Verhaltens in jenen Operationslinien anstellen.

Das Lumisiziren ohne Lichteindruck äußert sich durch mittheilendes Volumisiziren, und durch Wärmeeindruck auf unser Tastorgan; dabei beobachtet es rücksichtlich der Richtung seiner Einwirkung dieselben Gesetze, als das Lumisiziren, jedoch mit minderer Bestimmtheit, sich weniger genau an die eng begrenzten geradlinigen Operationslinien haltend, und hiedurch nicht verläugnend, die noch bestehende Verwandtschaft mit dem nach allen Theilen der Körpermasse strebenden Calorisiziren. So lumicalorisizirt z. B. eine nicht bis zum Glühen erhitzte Thonmasse. Das Lumicalorisiziren mit Lichteindruck manifestirt sich auf dieselbe Weise, mit dem einzigen Unterschiede, daß innerhalb seiner Operationslinien nicht bloß ein mittheilendes Volumisiziren und ein Wärmeeindruck auf unser Tastorgan wahrgenommen wird, sondern zugleich auch das Phänomen des Leuchtens. Wird z. B. eine Thonmasse bis zum Glühen erhitzt, so erhalten wir den Lichteindruck zugleich mit dem Wärmeeindrucke, wir mögen die für diese Eindrücke empfänglichen Organe unmittelbar in irgend einen Punct einer Operationslinie der lumicalorisizirenden Masse A versetzen, oder einen andern Körper B in einen solchen Punkt stellen, und erst das Lumicalorisiziren dieses letztern dadurch wahrnehmen, daß wir jene Organe irgend einem Punkte, irgend einer Operationslinie jenes Körpers B preisgeben, welcher, der lumicalorisizirenden Einwirkung der glühenden Thonmasse A ausgesetzt, nicht als selbst-lumicalorisizirender Körper betrachtet werden kann, sondern bloß als zum Lumicalorisiziren aufgefordert. Daß aber dieser zum Lumicalorisiziren aufgeforderte Körper B, der Aufforderung

*) Ruhlands Versuche über Polarität des verschiedentlich gefärbten Lichts. 1817.

wirklich entspreche, davon überzeugen uns unsere Seh- und Tast-Organe, ja selbst unser Sehorgan allein, welches uns nicht bloß des Körpers Leuchten, sondern auch dessen erhöhtes Volumifiziren (z. B. wenn dieser Körper ein Thermometer ist, an dem wir das erhöhte Volumifiziren vorzüglich genau beobachten können) entdeckt.

Aus mehrern Versuchen über das Lumicalorifiziren (die sogenante strahlende Wärme), die vorzüglich genau und sinnreich, durch den für die Wissenschaft zu frühe verstorbenen de Laroche, angestellt wurden, zeigt sich, daß das Lumicalorifiziren überhaupt genommen, den Charakter des Lumifizirens weit deutlicher ausspreche, in katoptrischer als in dioptrischer Hinsicht, oder (nach unserer Sprache) rücksichtlich des Vorder-Lumicalorifizirens deutlicher, als rücksichtlich des Hinter-Lumicalorifizirens. Besonders gilt dieß vom Lumicalorifiziren ohne Lichteindruck, und das zwar um so mehr, je schwächer das Lumicalorifiziren auch bloß rücksichtlich des Calorifizirens sich äußert. Ueberhaupt scheinen uns alle sich hierauf beziehenden Beobachtungen zu berechtigen, folgendes Gesetz aufzustellen: Je mehr beim Lumicalorifiziren ohne Lichteindruck (bei der die strahlende Wärme ausübenden noch schwach erwärmten Thonmasse), der Charakter des Calorifizirens steigt (die Temperatur der Thonmasse), desto mehr steigt zugleich der Charakter des Lumifizirens (desto mehr unterliegt die strahlende Wärme den katoptrischen und dioptrischen Gesetzen der Lichterscheinungen), bis endlich bei einem genugsam erhöhten Calorifiziren (bei hoher Temperatur), der Charakter des Lumifizirens sich selbst durch Lichteindruck verkündet (die Masse zu glühen beginnt), von wo aus das Lumicalorifiziren, sowohl rücksichtlich des Vorder-Lumicalorifizirens als Hinter-Lumicalorifizirens sehr deutlich den Charakter des Lumifizirens ausspricht.

Vielleicht besteht in keiner Erscheinung ein bloßes Lumifiziren oder ein bloßes Calorifiziren, sondern immer nur ein Lumicalorifiziren, wobei wir in vielen Fällen nur den einen oder den andern Charakter wahrzunehmen vermögen.

Das Lumicalorifiziren ohne Lichteindruck, an welchem der Charakter des Lumifizirens vorzüglich deutlich rücksichtlich des Vorder-Lumicalorifizirens sich ausspricht, beweist uns seine innige Verwandtschaft mit dem Lumifiziren, nicht bloß da, wo das Vorder-Lumicalorifiziren auf eine einzige Beziehung hindeutet*), sondern auch da, wo eine mehrfache Beziehung im Vorder-Lumicalorifiziren sich auszusprechen scheint. Ersteres zeigten wir da, wo von der Wirkung eines in einen Brennpunct versetzten lumicalorifizirenden Körpers auf den andern Brennpunkt, die Rede war. Letzteres soll durch Anführung des folgenden sehr interessanten Versuches erwiesen werden.

---

*) In welchem Sinne wir die Ausdrücke einzige Beziehung und mehrfache Beziehung nehmen, ist aus unserer dynamischen Lichttheorie zu entnehmen, vorzüglich S. 242 der Skizzen . . . . . .

Herr Berard ließ auf den obern Spiegel m g (F. 5 in den Skizzen . . .) des Apparats von Malus (in der Absicht, von der sogenannten Polarität der fingirten Wärmestofftheilchen etwas zu erfahren) einen Strahl eines lumicalorisizirenden Körpers ohne Lichteindruck auffallen, das heißt: er versetzte den Punkt a des Spiegels m g in die Operationslinie b a des ohne Lichteindruck lumicalorisizirenden Körpers b, wo dann, nach dem Gesetze des Lumicalorisizirens bloß unter einer einzigen Beziehung, der zum Lumicalorisiziren aufgefoderte Punct a, die Hauptoperationslinien des Lumicalorisizirens a b und a r entwerfend der untere Spiegel r die Hauptoperationslinien r a und r h entwarf, wodurch das in irgend einen Punct der Operationslinie r h versetzte sehr empfindliche Thermoscop von Leslie, ein erhöhtes mittheilendes Volumisiziren am Puncte des untern Spiegels verrieth. Dieß fand Statt, es mochte der untere Spiegel r, mit Beibehaltung seines mit dem Horizonte gebildeten Winkels, unter irgend einem Azimuthe um seine senkrechte Axe gedreht werden. Wurde aber solchermaßen der untere Spiegel r gedreht, so ergab sich ein dem Versuche von Malus (die sogenannte Lichtpolarität betreffend) ähnliches Phänomen (S. 240 der Skizzen . . . .); das mittheilende Volumisiziren an dem stets in der Operationslinie r h erhaltenen Thermoscope, deutete auf verschiedene Grade des mittheilenden Volumisizirens, je nachdem der Spiegel r dem einen oder dem andern Azimuthe entsprach. War nämlich dessen Fläche der Richtung a b oder a t zugewandt, so bestand der höchste Grad des mittheilenden Volumisizirens; hingegen der kleinste Grad, wenn jene Spiegeloberfläche nach r l oder r s gewandt war. Diese Erscheinung läßt sich, wenn das Lumicalorisiziren nach der weiter oben gegebenen Erklärung, als eine dem Lumisiziren verwandte Action betrachtet wird, ganz in demselben Sinne interpretiren, als wir die Beobachtung von Malus, rücksichtlich der Beleuchtung des untern Spiegels, auszulegen versuchten (S. 240 der Skizzen . . . .). Der Geist dieser Interpretation beruht nämlich auf der doppelten Beziehung, unter welcher der Punct r des untern Spiegels, die zweifache Quelle seiner Beleuchtung auszudrücken strebt.

Das weiter oben aus mancherlei Versuchen abgeleitete Gesetz des Lumicalorisizirens, wornach dasselbe den Charakter des Lumisizirens mehr und mehr annimmt, wie das Calorisiziren gesteigert wird; wornach daher das Hinter-Lumicalorisiziren eines von einem lumicalorisizirenden Körper influenzirten hinterleuchtenden (durchsichtigen) Körpers sich der Intensität der Action des ursprünglich lumicalorisizirenden Körpers um so mehr nähert, je höher das Calorisiziren des ursprünglich lumisizirenden Körpers gesteigert wird; dieß Gesetz hat uns de Laroche mit der Gewandtheit und Genauigkeit eines ächten experimentirenden Physikers dargethan, worüber uns der verdienstvolle Biot in seinem Traité de physique folgende Relation abstattet:

Ces experiences ont toutes été faites avec l'appareil à deux miroirs conjugués. Le corps réchauffé était toujours un thermomètre noirci, et le corps

chaud a été tantôt un creuset de fer rempli de mercure, tantôt un lingot de cuivre dont la température se déterminoit par immersion.

De Laroche a commencé par s'assurer que le thermomètre focal exposé pendant un temps très-court, une minute par exemple, à l'action de la source calorifique, s'élevait dans cet intervalle proportionellement à la quantité totale de calorique qui lui parvenait (de l'action calorifiante qui l'influençait). Pour cela, il a fait agir le même corps chaud durant une minute dans trois circonstances successives: 1. en couvrant une moitié de la surface d'un de ses miroirs; 2. en couvrant l'autre moitié; 3. en laissant le miroir entier à découvert. Si le miroir eût été parfait, les deux premières experiences auroient dû évidemment donner un résultat égal: mais les qualités differentes des diverses parties de sa surface, et peut-être aussi une petite déviation inévitable dans la direction de l'axe, produisaient une légère inégalité entre les deux resultats. De Laroche la détruisit en prenant leur moyenne arithmétique, qu'il pût ainsi regarder comme exprimant l'action de la moitié de la surface du miroir. Alors cette action, mesurée par l'ascension du thermomètre focal, se trouva très-exactement la moitié de celle que produisait le miroir entier; et la loi de proportionnalité qu'il s'agissait d'établir fut ainsi mise en évidence.

Ce point assuré l'expérience s'achevait de la manière suivante. Un écran opaque étant interposé entre le foyers conjugués, on plaçait à l'un d'eux le corps chaud dont on voulait observer l'action. Puis retirant subitement l'écran, on laissait ce corps rayonner librement à travers l'air pendant la durée d'une minute, et l'on notait la quantité dont le thermomètre focal s'était élevé. Le temps était marqué par une bonne montre à secondes. Cela fait, on ramenait le corps chaud à sa température primitive, et l'on répétait la même observation en interposant dans le trajet des rayons calorifiques une lame de verre perpendiculaire à l'axe commun des miroirs. Enfin on répétait une troisième fois l'expérience, en interposant une autre lame de verre pareille à la précédente, mais noircie avec de l'encre de Chine sur celle de ses faces qui était tournée vers le corps chaud. Cette dernière lame, par son opacité, arrêtait la transmission directe des rayons calorifiques, et ne laissait parvenir au thermomètre que ce qu'elle lui envoyait directement elle même, en vertu de l'échauffement qu'elle éprouvait, échauffement qui était pour le moins aussi considérable que celui de même genre que pouvait éprouver la lame transparente de verre. Ainsi, en le retranchant de l'effet total, produit par cette lame dernière sur le thermomètre, le reste devait exprimer l'effet séparé des rayons calorifiques librement transmis par cette lame (de l'action calorifiante librement communiquée

à travers de cette lame) ou peut-être même un effet plus faible, mais non certainement pas un plus fort. Comparant enfin le résultat à l'effet total produit par la transmission à travers l'air seul, on pouvait savoir, si la perméabilité (la proprieté de communiquer l'action calorifiante à travers de soi même et à distance) de la lame de verre croissait ou restait constante à toutes les températures. Je laisse maintenant parler les observations.

	Numéros des expériences.	Ascension du thermomètre focal en une minute.			Excès de V sur N V — N	Rapport de V—N à D.
		Point d'écran D.	Ecran de verre transp. V.	Ecran de verre noirci N.		
1. Serie Creuset plein de mercure à 180°.	1	3,92	1,21	0,08		
	2	3,96	0,24	0,06		
	3		0,22			
	Moyennes.	3,94	0,22	0,07	0,15	$\frac{1}{26}$
2. Serie Même creuset plein de mercure bouillant ou à 546°.	1	16,53	1,30	0,15		
	2	16,18	1,45	0,15		
	3	16,48	1,53	0,21		
	Moyennes.	16,53	1,56	0,17	1,19	$\frac{1}{13,9}$
3. Série Lingot de fer à 427°.	1	32,7	5,14	0,80		
	2	33,0	4,44	0,53		
	3		4,54	0,30		
	Moyennes.	32,8	4,70	0,51	4,39	$\frac{1}{7,4}$
4. Série Lingot de cuivre à 960°.	1	58,37	11,35	Calculée d'après la série suivante.		
	2	58,84	13,26			
	3	59,71	10,89			
	Moyennes.	58,97	11,83	0,40	11,45	$\frac{1}{5,1}$
5. Série Même lingot chauffé au même point.	1	69,52	21,80	0,67		
	2	77,15	21,74	0,79		
	3	68,95	20,71			
	Moyennes.	71,54	21,41	0,73	20,68	$\frac{1}{3,4}$
6. Série Lampe d'argent sanscheminée de verre.	1	21,57	7,56	0,28		
	2	20,68	7,03	0,15		
	Moyennes.	21,12	7,29	0,21	7,08	$\frac{1}{3,0}$
7. Série Lampe d'argent avec sa cheminée.	1	23 44	12,82	0,23	2,49	$\frac{1}{9,4}$

La progression indiquée par la dernière colonne de ce tableau est d'une parfaite évidence. La proportion de calorique rayonnant, qui passe (l'action calorifiant, qui est communiquée) à travers la lame de verre, augmente à mésure que le calorique émane (que l'action calorifiante part) d'un corps plus chaud. D'abord insensible quand se corps n'a qu'une température basse, elle s'éléve progressivement jusqu'à l'état où il devient lumineux, et même alors elle croit encore à mesure que sa lumière dévient plus vive.

Wir wollen im Folgenden einige verborgene Beziehungen zwischen den Erscheinungen am Calorifiziren und jenen am Lumifiziren entfalten.

Wir betrachten das Calorifiziren und das Lumifiziren (die Wärme- und Leucht-Action) rein dynamisch, ohne eine Wärme- oder Licht-Materie zu fingiren (mathematische Entwickelung . . . . der Wärme- und Lichterscheinungen in den Skizzen . . . .). Wie läßt sich hiernach folgendes höchst auffallende Phänomen begreifen? Wenn der Körper M auf jenen m ein mittheilendes Volumifiziren ausübt, so nimmt des erstern eigenes und mittheilendes Volumifiziren ab; das heißt: der Körper M verliert durch Ausübung des objectiven Calorifizirens am subjectiven und objectiven Calorifiziren, durch Ausübung des mittheilenden Volumifizirens am eigenen Volumifiziren, und zugleich an der Fähigkeit in andern Körpern den Typus zum Volumifiziren zu wecken; (ganz auf dieselbe Weise verliert M, wenn dieses geschwinder als m läuft, und M an m stößt, am subjectiven Motuifiziren, und an der Fähigkeit, den Typus zum Motuifiziren in andern Körpern zu wecken, indem M gegen m ein objectives Motuifiziren ausübt). Nicht genug; M verliert am subjectiven Calorifiziren um so mehr, je heftiger es sein objectives Calorifiziren ausübt, folglich (bei gleicher Erwärmung von m durch Einwirken von M) auf einem je geringern Grade m ursprünglich selbst calorifizirte (M kühlt um so mehr ab, je kälter m vor der Wechselwirkung zwischen M und m war).

Ganz anders verhält sich dieß beim Lumifiziren. Wenn der leuchtende Punkt b den dunklen Punct a beleuchtet, so nimmt des erstern Leuchten nicht ab: das heißt: der Punct b verliert durch Ausübung des objectiven Lumifizirens nichts, weder am subjectiven Lumifiziren noch an der Fähigkeit, den Typus zum Lumifiziren zu wecken; er verliert durchs Auffordern zum Standpunctverkünden nichts, weder am eigenen Standpunctverkünden noch an der Fähigkeit, andere Körper zum Standpunctverkünden aufzufordern (mathematische Entwickelung der Fundamentalgesetze der Lichterscheinungen). Daher ist es auch für das Lumifiziren von b gleichgültig, ob ursprünglich der Punkt a mehr oder weniger beleuchtet war.

Diese wesentliche Verschiedenheit im Charakter das Calorifizirens und in jenem des Lumifizirens scheint aus der zweifachen Natur jener beiden Actionen interpretirt werden zu

können. Des Calorisiziren bezieht sich auf ein Raumergreifen, ein Raumfassen, ein Aneignen des Raumes; das Calorisiziren äußert sich schaffend. Das Lumisiziren bezieht sich auf das bloße Verkünden eines schon vorläufig ergriffenen, gefaßten angeeigneten Raumes; das Lumisiziren äußert sich bloß als das schon Geschaffene auf einander beziehend. Es besteht daher eine Erschöpfung in der Action wohl am Calorisiziren, nicht aber am Lumisiziren.

Folgende Analogie möchte uns zum weitern Verfolgen dieser abstracten Betrachtungen stimmen, und uns dahin führen, den Sinn des hier betrachteten Naturgesetzes richtig zu deuten, oder wenigstens zu ahnen.

Man würde die Frage sehr natürlich finden: Wo denn eine Erschöpfung in der Action eher zu erwarten sey, da, wo vier Punkte geschaffen und zu einem Vierecke gegen einander gesetzt werden sollen, oder da, wo drei Punkte geschaffen und zu einem Dreiecke gegen einander gesetzt werden sollen. Aber ungereimt wäre die Frage: Ob das Figuriren (die Action der Figurdarstellung an den schon hingesetzten Punkten) sich eher am Vierecke oder am Dreiecke erschöpfen werden?

Die Gravitation, welche, gleich der Action des Leuchtens, sich an allen in dem unermeßlichen Weltensysteme schwebenden Sphären manifestirt, wird gleichfalls durch die unaufhörliche Ausübung ihrer Kraft nicht erschöpft. Wir erlauben uns hier eine kleine Digression, um nur im Vorübergehen eine vergleichende Charakteristik des Lumisizirens und Gravitirens zu entwerfen.

Sowohl durch das zu gleicher Zeit Statt findende Lumisiziren der Körper a, b, c, ... , als durch das wechselseitige Gravitiren derselben gegen einander, wird ausgesprochen, rücksichtlich der Körper a, b, c, ... unter einander, die Beziehung auf den Raum; jedoch unter folgender zweifacher Modification: Im Lumisiziren äußern sich die Körper a, b, c, ... nicht gegen einander, sondern es wendet sich das gesammte System gegen einen Beobachter außerhalb des Systems, welchem Beobachter das System jenes Gesammtbild darstellt, das aus allen zu gleicher Zeit Statt findenden Standpuncten jener Körper hervorgeht. Im Gravitiren hingegen äußern sich die Körper a, b, c, ... als wechselseitig einander lockend, unmittelbar gegen einander; es spricht gleichsam das System nur in sich hinein; und vermögen wir auch, das sich hiernach stets ändernde Verhältniß der Standpunkte wahrzu-

Digitized by Google

nehmen, so erfolgt dieß nicht durch das Gravitiren selbst, sondern durch das Lumifiziren, welches letztere unaufhörlich das Raumleben am Systeme nach Außen hin verkündet. Dieser zwiefachen Bedeutung des Lumifizirens und Gravitirens gemäß, wornach ersteres nach Außen hin verbreitet, hingegen letzteres geheimnißvoll sich auf ein inneres in sich selbst verschlossenes Walten einschränkt, bezieht sich das Leuchten auf das Aeußere, hingegen das Gravitiren auf das Innere; und so ist es denn die Oberfläche der Körper, an welcher das Lumifiziren seine Kraft tausendfältig übet, wo es, eifernd das forschende Auge nie zu ermüden, Farbenschmelz, Schattirung, Schiller, Glanz sich buhlend um den Zauber streiten läßt; indeß das Gravitiren das Innere der Körper durchdringt, und, nach der dem in sich verschlossenen Walten überhaupt eigenen Weise, sich damit begnügt, mit monotoner Pünctlichkeit stets nur einem einseitigen Zwecke nachzustreben.

Wenn die Ausübung des Strebens der Körper a und b, sich einander zu nähern, keine Erschöpfung nach sich zieht, so ist dieß leicht zu begreifen, indem ja das a nach der Richtung ab, und das b nach der Richtung b a einerlei mechanisches Moment ausüben, daher sich diese gleich großen mechanischen Momente von entgegengesetzten Werthen fortwährend aufheben, und also eigentlich hier eine Arbeit = o verrichtet wird; gerade so, als ob ein Pfund durch ein anderes herabsinkendes Pfund, mittelst Schnur und Rolle, in die Höhe gezogen würde.

Aus der gemeinschaftlichen Bedeutung des Lumifizirens und Gravitirens, ergibt sich das bei diesen beiden Actionen Statt findende quantitative Verhältniß zwischen der jedesmaligen Intensität der Action und dem dieser Intensität entsprechenden Abstande, in welchem die Körper a, b, c, ... , einander wechselseitig influenziren.

Was hier vom Gravitiren an den Massen a und b gesagt werden wird, gilt eben so vom Lumifiziren an den Massen a und b, da beide Actionen die einfachste Beziehung der Massen a und b auf den Raum ausdrücken.

Da die Gravitation zwischen a und b die einfachste Beziehung der Massen a und b auf den Raum ausdrückt, so muß auch jedes der Gravitation zwischen a und b entsprechende Gesetz die einfachste Beziehung der Massen a und b auf den Raum sich fassen. Es muß daher das Gesetz für die Abhängigkeit des Grades der Gravitation p von der Entfernung x (der Massen a und b von einander), jener Gleichung entsprechen, worin p auf die einfachste Weise ausgedrückt ist, durch x, und durch den allgemeinsten unmittelbaren einfachsten Ausdruck r für den Raum überhaupt (durch das aus dem angenommenen Algorithmus hervorgehende Symbol des Raumes). Es läßt sich aber p durch x und r nicht einfacher ausdrücken, als indem p unmittelbar das Verhältniß von x zu r darstellt. Wir haben daher $p = x : r$ oder $p = r : x$. Laßt uns vorläufig annehmen

$p = \frac{x}{r}$. Da r den allgemeinſten unmittelbaren einfachſten Ausdruck des Raumes mit Beziehung auf x darſtellen ſoll, ſo kann r unter keiner zweckmäßigern Form hervortreten, als unter jener eines Kubus, welcher den drei gleichen Dimenſionen x entſpricht. Wir ſetzen daher $r = x^3$, und ſomit $p = \frac{1}{x^2}$. So wäre denn, aus der Bedeutung, welche dem Gravitiren am Weltgebäude überhaupt zukömmt, auf eine vernunftgemäße Weiſe, das Gravitationsgeſetz a priori entwickelt; daſſelbe merkwürdige Geſetz, das Newton aus Kepplers Beobachtungsgeſetzen in Verbindung mit ſeinen analytiſchen Combinationen ſo genial und ſcharfſinnig erwies.

Es wäre falſch geweſen, $p = \frac{r}{x}$ zu ſetzen, denn wir hätten dann $p = x^2$ erhalten, wornach das Einwirken von a auf b mit dem Abſtande ins Unendliche zunehmen möchte, welches mit allen uns bekannten Actionen in Diſtanz im Widerſpruche ſtünde.

Das weiter oben zuſammengeſtellte Verhalten des Lumiſizirens und Caloriſizirens führt uns zu folgender Betrachtung: Unſer Planet wird durch die Sonne beleuchtet und erwärmt. Nun iſt es zwar mit unſern bisherigen Betrachtungen übereinſtimmend, daß das Beleuchtetſeyn an unſerm Planeten mit der Dauer der Beleuchtung nicht abnehme. Aber es iſt höchſt ſonderbar, wie mit der Dauer der Einwirkung der Sonne auf die Erde, nicht endlich die Sonne an der Fähigkeit, die Erde zu erwärmen, abnähme. Der hier ſcheinbare Widerſpruch verſchwindet ſogleich, wenn wir erwägen, daß ja unſer Planet durch das Erwärmtwerden von der Sonne an Volum nicht zunehme; daß die Quantität des Caloriſizirens an unſerm Planeten unveränderlich eine und dieſelbe bleibe, und daß eigentlich die Action des Caloriſizirens an unſerm Planeten immer nur an den der Sonne zugewandten Theilen erhöht, und zugleich an den übrigen Theilen vermindert wird. Unſer Planet verliert in ſeinem totalen Caloriſiziren nichts; denn an welchem Körper ſollte er dieſen Verluſt erleiden, und welcher Körper ſollte hierdurch am Caloriſiziren gewinnen? Wäre es gegen den Planeten a, ſo ließe ſich fragen, warum unſer Planet gegen einen andern vorherrſchend mehr activ ſich äußern ſolle, als der Planet a gegen unſern Planeten. Die Erde gewinnt und verliert, durch fortwährende Einwirkung der Sonne, nichts an Quantität der Wärmeaction; ſondern ihre Wärmeaction conzentrirt ſich nur abwechſelnd in jenen Puncten,

Digitized by Google

welche der Sonne nach und nach zugewandt werden, und vermindert sich zugleich in jenen Puncten, welche sich von der Sonne hinwegwenden.

Das Einwirken der Sonne auf unsern Planeten rücksichtlich des Calorisizirens ist eigentlich nicht, wie bei gewöhnlichen Erwärmungen des einen Körpers durch den andern, ein Wecken des Typus zum Calorisiziren in der ganzen Masse; sondern es ist eine bloße Aufforderung, die schon bestehende Wärmeaction des ganzen Planeten, nach den der Sonne zugewandten Erdtheilen zu conzentriren (es besteht, so zu sagen, eine Ebbe und Fluth an der dem ganzen Planeten zukommenden Wärmeaction). Diese Einwirkung der Sonne auf die Erde dürfen wir mit den Erscheinungen des Antagonismus an organisirten Körpern vergleichen, woselbst durch Erhöhung irgend einer Action an einem Systeme dieselbe Action in den antagonistischen Systemen herabgestimmt wird. Ich glaube nicht, daß wir uns weigern sollten, diesen lebenähnlichen Antagonismus bei unserer Erde anzunehmen, welche die Werkstätte und der Träger so vieler lebenden Geschöpfe ist, und welche vorzüglich in ihren Mineralquellen ein eignes Leben verkündet. Denn, wer vermag die vitalen Einwirkungen der Mineralwässer zu läugnen? wer möchte diese als bloße chemische Verbindungen betrachten? Viele derselben ahmen wir zwar, ihren Bestandtheilen gemäß, sehr genau nach; allein jenes Lebensprincip, das in den natürlichen Mineralwässern oft so wohlthätig auf die Lebensfunctionen wirkt, ist eben so wenig nachzuahmen möglich, als die Säfte der Pflanzen und Thiere nachgeahmt werden können. Auch schon die Gestalt der Planeten sollte uns dahin führen, sie als organische Wesen zu betrachten, da sie Sphären sind, folglich die dem Organischen zukommende krummlinige Begrenzung haben.

Um die Ansicht vom Leben der Erde nicht als ein bloßes Gebilde der Phantasie zu betrachten, sondern es als etwas sehr Wahrscheinliches anzunehmen, muß man von der trocknen Schulmethode abgehen, wornach Geographie, Geognosie, Zoologie und Botanik gewöhnlich vorgetragen werden; und durch eine lebendige Ansicht der harmonischen und gesetzmäßigen Vertheilung organischer und anorganischer Körper an unserm Planeten, nach jenem Gesammtbilde streben, wornach jeder einzelne Landstrich als ein sich charakteristisch äußerndes Organ darstellt, sowohl rücksichtlich seiner organischen und anorganischen Naturproducte, als rücksichtlich der Gruppirung derselben unter einander; als wodurch einer Gegend ein bestimmter Character von Größe, oder Flachheit und Unbedeutenheit, oder Heiterkeit u. s. w. ertheilt wird. Sehr umständlich, auf tiefe und umfassende Erudition gegründet, mit einem richtigen Blicke zusammengestellt, durch dichterische Phantasie zu einer lebendigen Anschauung erhoben, findet sich dieser Gegenstand in dem bereits nur nach seinen erstern Theilen nach erschienenen Werke: Allgemeine vergleichende Geographie von Ritter.

Das oben betrachtete Verhältniß am Lumisiziren und Calorisiziren, daß nämlich das Lumisizirende an der Fähigkeit zu lumisiziren nichts verliere, indem es ein Anderes zum Lumisiziren auffordert; daß hingegen das Calorisizirende an der Fähigkeit zu calorisiziren verliere, indem es ein Anderes zum Calorisiziren auffordert: jenes Verhältniß läßt sich an unserm geistigen Wesen auf eine analoge Weise erblicken.

Wir vermögen die in uns zum klaren Bewußtseyn gelangte Erkenntniß in Andern zu wecken, und mögen wir die Sphäre unserer Einwirkung auf Andere in dieser Hinsicht so sehr erweitern, als sich dieß nur immer denken läßt, so nimmt hierdurch die Fähigkeit die Erkenntniß in Andern zu wecken, in uns nicht ab, wir verlieren nichts an der Fähigkeit, auf Andere intellectuell einzuwirken. Andererseits sind wir im Stande, in Andern ein Gefühl von Liebe gegen uns zu wecken, indem wir liebend auf sie einwirken, indem wir damit anfangen sie zu lieben, allein, da wir dieses thun, verlieren wir an der Fähigkeit, denselben Grad von Liebe gegen Andere auszuüben; der Zirkel wahrer Freunde und innig Geliebter ist allemal sehr beschränkt, und das um so mehr, je intensiver jene Gefühle sind, von welchen wir hier sprechen. Die Fähigkeit, auf Andere liebend einzuwirken, nimmt daher ab, indem wir nach dieser Fähigkeit handeln; wer einen wahren Freund gefunden hat, wird weniger nach einem Freunde suchen, als derjenige, dem dieses Glück noch nicht zu Theil geworden; und wer viel Freunde hat, der hat selten einen wahren Freund.

Es liegt daher eine tiefe Bedeutung in den Ausdrücken: Licht der Erkenntniß und Wärme des Gefühls. Und in der That liegt in dergleichen Ausdrücken, welche nicht auf Schulen erfunden worden, sondern welche als die Schöpfungen der Sinnes- und Denk-Weise eines noch unverkünstelten jugendlichen Menschengeschlechts hervorgegangen sind, der Schlüssel zu mancher richtigen Erkenntniß der Natur, welche wahr und unverhüllt aufzufassen wir verlernt haben, weil wir lernten, Alles nach angenommenen Maximen zu betrachten.

Nachdem wir hier das Calorisiziren und Lumisiziren zusammengestellt haben, so wollen wir im Folgenden einige verborgene Beziehungen zwischen den Erscheinungen am Calorisiziren und jenen am Mechanisiziren entwickeln.

Wir machten schon mehrmals die Bemerkung, daß es einem tiefern Eindringen in das Wesen der Naturerscheinungen überhaupt sehr günstig sey, wenn man dahin gelangen kann, die Beziehungen zu entdecken, welche zwischen den Erscheinungen an irgend einer Action der Natur und den Erscheinungen am Mechanismus bestehen. Der Grund hiervon liege darin, daß uns bei den Erscheinungen am Mechanismus die klarste Ansicht, ja selbst das Erblicken geometrischer Evidenz, gestattet ist. Jene Behauptung möge aber ja nicht dahin gedeutet werden, als wollten wir damit die in der Physik leider so übliche Methode anempfehlen, alle Erscheinungen als Resultate von Bewegungen zu betrachten, hiernach

eigene Materien zu fingiren, sich hierdurch alle unvorgefaßten ungetrübten Ansicht der Naturerscheinungen zu berauben, und Alles, was sich uns darstellt, nicht mehr in seiner wahren Gestalt zu erblicken, sondern es so zu sehen, wie dieses uns die Schule aufdringt, in der wir ein natürliches unbestochenes Auffassen der Wahrnehmungen mühsam erlernt haben. Vielmehr habe ich mich gegen jene Methode schon öfters erklärt, und halte sie für ein wesentliches Hinderniß gegen eine höhere geistigere weitumfassendere homogenere Ansicht des Wesens der gesammten (sogenannten) leblosen und lebenden Natur.

Wir wollen bei unserem Streben, die Erscheinungen der Natur vernunftgemäß zu interpretiren, stets dahin trachten, die Beziehungen zu entdecken, welche bestehen zwischen den Gesetzen der Erscheinungen an irgend einer Action, und zwischen den Gesetzen der Erscheinungen am Mechanismus. Das heißt aber nicht etwa, alle Erscheinungen als Resultate des Mechanismus betrachten, sondern es heißt eigentlich: Den Geist der Betrachtungen an den Erscheinungen des Mechanismus auf die Erscheinungen der übrigen Actionen der Natur übertragen, jenen Geist tiefer unbefangener Forschung, von welchem Newtons analytische Dynamik durchdrungen ist.

Ich will es versuchen, die Gesetze an den Erscheinungen des Calorifizirens mit jenen Gesetzen zu vergleichen, welche an den Erscheinungen das Mechanifizirens bestehen; und zwar soll hier vorzugsweise eine eigene Rücksicht ins Auge gefaßt werden, wobei die Beziehung zwischen den beiderlei Gesetzen nicht so unmittelbar vor uns da liegt, sondern erst mühsam erspäht werden muß. Hierzu mögen folgende Betrachtungen dienen, deren Resultate dann in eine vergleichende tabellarische Uebersicht gebracht werden sollen.

I.

Wird eine Masse von einer mit der Zeit nach irgend einem Gesetze der Continuität sich ändernden mechanischen Kraft eine Zeit hindurch influenzirt, so wird in dieser Masse der Typus zum Mechanifiziren auf einen Grad geweckt, welcher dem Momente jener Kraft proportional ist. Das Mechanifiziren, die innere Action des Körpers selbst, ist es nicht, was wir an mechanifizirenden Körper unmittelbar wahrnehmen, sondern wir nehmen daran bloß die Manifestationen des Mechanifizirens wahr, nehmlich das eigene und mittheilende Motuifiziren des Körpers. Diese Manifestationen des Mechanifizirens sind eben nicht nothwendig dem Momente der mechanischen Kraft proportional, nehmen aber mit demselben zu, bei übrigens gleichen Umständen.

Wird eine Masse von einer mit der Zeit nach irgend einem Gesetze der Continuität sich ändernden Wärmekraft, eine Zeit hindurch influenzirt, so wird in dieser Masse der Typus zum Calorifiziren auf einen Grad geweckt, welcher dem Momente jener Kraft proportional ist. Das Calorifiziren, die innere Action des Körpers selbst, ist es nicht, was wir am calorifizirenden Körper unmittelbar wahrnehmen, sondern wir nehmen daran bloß die Manifestationen des Calorifizirens wahr, nämlich das eigene und mittheilende Volumifiziren des Körpers. Diese Manifestationen des Calorifizirens sind eben nicht nothwendig dem Momente der Wärmekraft proportional, nehmen aber mit demselben zu, bei übrigens gleichen Umständen. (Jedoch bestehen hier mancherlei Ausnahmen; so z. B. nimmt das Wasser von der Temperatur des aufthauenden Eises an Volum ab, wenn es erwärmt wird, und zwar so lange, bis es die Temperatur der größten Verdichtung 3,5° Reaumur überschritten hat, wo es dann mit zunehmender Erwärmung fortwährend an Volum zunimmt; . . . . .).

II.

Wenn eine Masse A, welche ehedem von einer mechanischen Kraft influenzirt wurde, ihrer Trägheit gemäß, in der Folge unabänderlich einerlei Mechanisiziren und (als Manifestationen desselben) ein konstantes eigenes Motuisiziren ausübt, so wie zugleich die Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren unter einem unabänderlichen Werthe beibehält; so wird, bei diesem Zustande der Dinge, durch die wirklich erfolgte Ausübung des mittheilenden Motuisizirens, von Seite des Körpers A gegen jenen B (z. B. im Stoße zwischen A und B) eine Verminderung erfolgen, sowohl am eigenen Motuisiziren in A, als zugleich an der Fähigkeit des A das Motuisiziren in B zu erhöhen. Es wird der Körper A sich langsamer fortbewegen, und er wird, unter übrigens gleichen Umständen als zuvor (in einem zweiten Stoße gegen den Körper B), die Geschwindigkeit des B weniger vermehren als damals, wo er noch seinem ursprünglichen Impulse folgte, und die Fähigkeit die Geschwindigkeit des B zu vermehren noch nicht ausgeübt hatte.

Wenn eine Masse A, welche ehedem von einer Wärmekraft influenzirt wurde, ihrer Trägheit gemäß*), in der Folge unabänderlich einerlei Calorifiziren und (als Manifesta-

*) Daß Gesetz der Trägheit bezieht sich nicht bloß auf die Bewegung, sondern überhaupt auf alle Actionen, welche eine Masse auszuüben vermag; jede Ungleichförmigkeit in der Action einer Masse, deutet auf beständiges Einwirken einer solchen Kraft in die Masse, welche Kraft ihrer Natur nach jene Action, deren Veränderlichkeit betrachtet wird, zu influenziren vermag.

Digitized by Google

tionen deſſelben) ein konſtantes eigenes Volumiſiziren ausübt, ſo wie zugleich die Fähigkeit zum mittheilendeſt Volumiſiziren unter einem unabänderlichen Werthe beibehält; ſo wird, bei dieſem Zuſtande der Dinge, durch die wirklich erfolgte Ausübung des mittheilenden Volumiſizirens, von Seite des Körpers A gegen jenen B (wenn z. B. der Körper A die Queckſilbermaſſe B im Thermometer ausdehnt, welches geſchieht, wenn A mit B in caloriſizirende Wechſelwirkung tritt) eine Verminderung erfolgen, ſowohl am eigenen Volumiſiziren in A, als zugleich an der Fähigkeit des A das Volumiſiziren in B zu erhöhen. Es wird der Körper A an ſeinem Volum abnehmen *), und er wird, unter übrigens gleichen Umſtänden als zuvor (wenn A zum zweiten Male mit B in caloriſizirende Wechſelwirkung tritt), das Volum des B weniger vermehren als damals, wo er noch ſeinem urſprünglichen Impulſe folgte, und die Fähigkeit das Volum des B zu vermehren noch nicht ausgeübt hatte.

III.

Die Abnahme am eigenen Motuiſiziren der Maſſe A, und an deren Fähigkeit, das Motuiſiziren in B zu erhöhen, findet aber nicht bloß dann Statt, wenn A in B das Motuiſiziren wirklich erhöht hat, ſondern auch noch dann, wenn A mit B in jene Wechſelwirkung getreten iſt, wodurch A bloß das Beſtreben manifeſtirt hat, in B das Motuiſiziren zu vermehren, ohne jedoch ſeinen Endzweck erreichen zu können, wegen ſich dagegen ſtellender Hinderniſſe. Wenn z. B. die Maſſe A ſich längs einer vollkommen glatten Ebene, folglich ohne allen Reibungswiderſtand, gleichförmig fortbewegt, und nun jählings auf eine rauhe Stelle derſelben Ebene gelangt, folglich einen Reibungswiderſtand zu wältigen hat, ſo wird A der Ebene, auf welcher ſie ſich fortbewegt, in jenen Augenblicken, wo ſie über die rauhe Stelle hinweg gleitet, eine fortſchreitende Bewegung mittheilen, oder wenigſtens, wenn jene Ebene an einem fixen Standpunkte befeſtigt iſt, wird die Maſſe A gegen die ſie aufhaltenden Hervorragungen der rauhen Oberfläche Druck aus-

*) Wenn der Körper A die Queckſilbermaſſe eines Thermometers ausdehnt, ſo iſt zwar die Abnahme des Volums der Maſſe A nur unmerklich; nichts deſto weniger aber findet ſie ſtatt, indem ein Körper einen andern Körper nichts anders erwärmen kann, als wenn erſterer zu gleicher Zeit von letzterem abgekühlt wird. Das Abnehmen der Maſſe A, durch deren Einwirkung auf's Thermometer, wird auch dann merklich werden, wenn die Maſſe A vermindert, hingegen jene B des Queckſilbers im Thermometer vermehrt wird. Dieß iſt der Grund, warum für eine richtige Anzeige der Temperatur von A durch das Thermometer, die Maſſe A zu jener B in einem großen Verhältniſſe ſtehen muß, warum nämlich die Queckſilbermaſſe B des Thermometers näherungsweiſe gegen jener Maſſe A verſchwinden muß, deren Temperatur gemeſſen werden ſoll.

üben, und hierdurch ihr Bestreben andeuten, jene Ebene fortzubewegen. In beiden Fällen aber, es mag nun die Fortbewegung der Ebene wirklich, oder, im Verhinderungsfalle, nicht erfolgen, wird die Masse A an Bewegung abnehmen, und zugleich an der Fähigkeit verlieren, in der Folge die Bewegung eines andern Körpers zu vermehren.

Die Abnahme am eigenen Volumisiziren der Masse A, und an deren Fähigkeit das Volumisiziren in B zu erhöhen, findet aber nicht bloß dann Statt, wenn A in B das Volumisiziren wirklich erhöht hat, sondern auch noch dann, wenn A mit B in jene Wechselwirkung getreten ist, wodurch A bloß das Bestreben manifestirt hat, in B das Volumisiziren zu vermehren, ohne jedoch seinen Endzweck erreichen zu können, wegen sich dagegen stellender Hindernisse. Wenn z. B. die Masse A mit keinem andern Körper in calorisizirender Wechselwirkung steht (z. B. wenn A ganz isolirt für sich da stünde, oder wenigstens mit vollkommen schlechten Leitern umgeben wäre), folglich auf eine gleichförmige Weise ihr einmal angenommenes Volum beibehält, so wie die Fähigkeit, in andern Körpern das Volum zu verändern (kältere Körper durch Erwärmung auszudehnen); und wenn nun die Masse A jählings mit einem andern Körper B in unmittelbare Berührung gebracht wird, folglich mit B in calorisizirende Wechselwirkung tritt, so wird A im Körper B während den Augenblicken der Berührung, das Volum vermehren (B wird durch A ausdehnt werden), oder wenigstens, wenn B innerhalb eines nichtausdehnsamen Körpers eingeschlossen ist, folglich nicht wirklich ausgedehnt werden kann, wird die Masse A die Expansivkraft von B erhöhen, und hierdurch ihr Bestreben andeuten, das Volum von B zu vermehren (denn was ist die erhöhte Expansivkraft einer ringsum eingeschlossenen Portion Luft anders, als die Manifestation eines erhöhten Strebens nach Volumisiziren, oder die Manifestation des Strebens nach einem höhern Volumisiziren als zuvor). In beiden Fällen aber, es mag nun die Ausdehnung des B wirklich, oder, im Verhinderungsfalle, nicht erfolgen, wird die Masse A an Volum abnehmen, und zugleich an der Fähigkeit verlieren, in der Folge das Volum eines andern Körpers zu vermehren (A wird hierdurch eine geringere Temperatur annehmen, es ist aber eine geringere Temperatur nichts anderes, als das verminderte Vermögen, das Quecksilber im Thermometer auszudehnen).

IV.

Wenn durch eine mechanische Kraft der Typus zum Mechanisiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine mechanische Kraft auf A mehr einwirkt, so wird A, dem Gesetze der Trägheit gemäß, fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Motumisiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum

mittheilenden Motuifiziren beibehalten; es wird nämlich A mit gleicher Geschwindigkeit sich fortbewegen, und zugleich würde A die Geschwindigkeit eines Körpers B (unter übrigens gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren, möchte man auch für das Zusammentreffen von A und B, und für die hieraus entstehende mechanische Wechselwirkung zwischen A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse bloß dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Motuifizirens gehindert (wird A in seiner Bewegung aufgehalten), und erfolgt dieses dadurch, daß eine Masse B auf A eine mechanische Einwirkung ausübt, so muß nothwendig A auf B eine mechanische Gegenwirkung äußern; hierdurch nimmt aber das Mechanifiziren in A ab, und zugleich müssen sich die Manifestationen des Mechanifizirens, nämlich das eigene Motuifiziren, und die Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren, in A vermindern. Hieraus folgt aber, daß diese Verminderungen an den Manifestationen des Mechanifizirens in A unausgesetzt werden fortdauern müssen, so lange B auf A mechanisch einwirkt, und daß von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört, jene Verminderungen der Manifestationen des Mechanifizirens an A zwar nicht mehr fortgesetzt werden, daß aber dieselben von nun an auch nicht mehr ersetzt werden; daß nämlich von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört, A zwar an Geschwindigkeit und an der Fähigkeit eines andern Körpers Geschwindigkeit zu erhöhen nicht mehr abnimmt, daß aber die Geschwindigkeit von A und dessen Fähigkeit, eines andern Körpers Geschwindigkeit zu erhöhen, von nun an (vom Verschwinden des B an gerechnet) in geringern Quantitäten erscheinen, als damals, wo A mit B noch nicht zusammengetroffen hatte, wo nämlich A sich nach seinem ursprünglichen Impulse noch fortbewegte.

Wenn nun durch eine Wärmekraft der Typus zum Calorifiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine Wärmekraft auf A mehr einwirkt, so wird A, dem Gesetze der Trägheit gemäß, fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Volumifiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren beibehalten; es wird nämlich A unter einerlei Grad der Ausdehnung fortwährend erscheinen, und zugleich würde A das Volum eines Körpers B (unter übrigens gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren (es würde nämlich A, so lange es mit keinem andern Körper in calorifizirende Wechselwirkung treten möchte, fortwährend unter einerlei Volum und Temperatur erscheinen), möchte man auch für das Zusammentreffen von A und B, und für die hieraus entstehende calorifizirende Wechselwirkung zwischen A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse bloß dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Volumifizirens gehindert (wird A zur Annahme eines

geringern Volums gezwungen); und erfolgt dieß dadurch, daß eine Masse B auf A eine calorifizirende Einwirkung ausübt, (daß A durch B abgekühlt wird), so muß nothwendig A auf B eine calorifizirende Gegenwirkung äußern; hierdurch nimmt aber das Calorifiziren in A ab, und zugleich müssen sich die Manifestationen des Calorifizirens, nämlich das eigene Volumifiziren, und die Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren in A vermindern*). Hieraus folgt aber, daß diese Verminderungen an den Manifestationen des Calorifizirens in A unausgesetzt fortgesetzt werden müssen, so lange B auf A calorifizirend einwirkt (das Volum und die Temperatur von A nehmen unausgesetzt ab, so lange A noch von B abgekühlt wird); und daß von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört, jene Verminderungen der Manifestationen des Calorifizirens von A, zwar nicht mehr fortgesetzt werden, daß aber dieselben von nun an auch nicht mehr ersetzt werden; daß nämlich von dem Augenblicke an, wo B auf A einzuwirken aufhört (z. B. von dem Augenblicke an, wo A von B getrennt und ringsum mit vollkommen schlechten Leitern eingeschlossen werden möchte) A zwar an Volum und an der Fähigkeit, eines andern Körpers Volum zu erhöhen (an der Temperatur) nicht mehr abnimmt; daß aber das Volum von A und dessen Fähigkeit eines andern Körpers Volum zu erhöhen, von nun an (vom Verschwinden des B an, oder vom Einschließen des A innerhalb vollkommen schlechter Leiter an gerechnet) in geringern Quantitäten erscheinen, als damals, wo A und B unter einander noch nicht in calorifizirende Wechselwirkung getreten waren, wo nämlich A nach seinem ursprünglichen Impulse unter einer demselben entsprechenden Ausdehnung erschien.

V.

Wenn durch eine mechanische Kraft der Typus zum Mechanifiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine mechanische Kraft auf A mehr einwirkt, so wird A, dem Gesetze der Trägheit gemäß, fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Motuifiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum mittheilenden Motuifiziren beibehalten; es wird nämlich A mit gleicher Geschwindigkeit sich fortbewegen, und zugleich würde A die Geschwindigkeit eines Körpers B (unter übrigens

*) In so ferne nämlich das Abnehmen des Calorifizirens eine Abnahme am eigenen Volumifiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumifiziren nach sich zieht. Daß dieses zwar meistentheils, jedoch nicht allemal der Fall sey, ist schon erinnert worden: so z. B. nimmt das Wasser von 3,5° Reaumur bei zunehmender Erwärmung, folglich bei zunehmendem Calorifiziren an Volum zu; es nimmt aber auch bei Abkühlung, folglich bei abnehmendem Calorifiziren an Volum zu, u. s. w.

gleichen Umständen) und ein und dieselbe Größe vermehren, möchte man auch für das Zusammentreffen von A und B, und für die hieraus entstehende mechanische Wechselwirkung zwischen A und B, welch immer einen Augenblick festsetzen. Wird nun die Masse A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Masse bloß dem Gesetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Motuisizirens gehindert (wird A in seiner Bewegung aufgehalten); möchte aber dieß dadurch erfolgen, daß eine Masse B auf A eine Einwirkung ausüben möchte, welche keine mechanische wäre, so würde A auf B eine Gegenwirkung äußern, welche gleichfalls keine mechanische wäre; hiedurch könnte aber das Mechanisiziren in A nicht abnehmen, und daher würden sich hier auch die Manifestationen des Mechanisizirens, nämlich das eigene Motuisiziren und die Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren in A nicht vermindern. Dieß muß so verstanden werden: So lange die nicht mechanische Einwirkung von B auf A, welche jedoch von der Art wäre, des A Bewegung einzuschränken, fortdauern möchte*) würde zwar A sich mit geringerer Geschwindigkeit fortbewegen, allein, da diese Abnahme an Geschwindigkeit nicht das Resultat eines Abnehmens am Mechanisiziren von A wäre, so würde in A das Streben nach Geschwindigkeit sich in einem um so höhern Grade manifestiren, als A gezwungen würde, die Ausübung seines Strebens nach Geschwindigkeit zu unterdrücken; und es müßte, von dem Augenblicke an, wo die Einwirkung von B auf A aufhören möchte, in A ganz dieselbe Geschwindigkeit, so wie zugleich dieselbe Fähigkeit, eines andern Körpers Geschwindigkeit zu vermehren, sogleich wieder eintreten, welche (eigene Geschwindigkeit und Fähigkeit zur Geschwindigkeitsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechselwirkung getreten waren.

Wenn durch eine Wärmekraft der Typus zum Calorisiziren in der Masse A auf einen gewissen Grad geweckt worden, und fernerhin keine Wärmekraft auf A mehr einwirkt, so wird A dem Gesetze der Trägheit gemäß fortwährend auf eine gleichförmige Weise ein eigenes Volumisiziren ausüben, und eine unabänderliche Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren beibehalten; es wird nämlich A unter einerlei Grade der Ausdehnung fortwährend erscheinen, und zugleich würde A das Volum eines Körpers B (unter übrigens gleichen Umständen) um eine und dieselbe Größe vermehren (es würde nämlich A so lange es mit keinem andern Körper in calorisizirende Wechselwirkung treten möchte, fortwährend unter einerlei Volum und Temperatur erscheinen), möchte man auch für das Zusammentreten von A und B, und für die hieraus entstehende calorisizirende Wechselwirkung zwischen

*) Daß dieß eine Voraussetzung sey, die physisch unmöglich Statt finden kann, wird weiter unten bemerkt werden; nichts desto weniger finisiren wir hier diesen Fall einstweilen als möglich, um den geheimen Beziehungen zwischen Calorisiziren und Mechanisiziren tiefer nachzuspüren.

A und B, welch immer einen Augenblick feſtſtehen. Wird nun die Maſſe A in irgend einem Augenblicke jener Periode, binnen welcher die Maſſe bloß dem Geſetze der Trägheit folgt, in der Ausübung ihres eigenen Volumiſizirens gehindert, (wird A zur Annahme eines geringern Volums gezwungen); möchte aber dieß dadurch erfolgen, daß eine Maſſe B auf A eine Einwirkung ausüben möchte, welche keine caloriſizirende wäre, ſo würde A auf B eine Gegenwirkung äußern, welche gleichfalls keine caloriſizirende wäre; hiedurch könnte aber das Caloriſiziren in A nicht abnehmen, und daher würden ſich hier auch die Manifeſtationen des Caloriſizirens, nämlich das eigene Volumiſiziren, und die Fähigkeit zum mittheilenden Volumiſiziren in A nicht vermindern. Dieß muß ſo verſtanden werden: So lange die nicht caloriſizirende Einwirkung von B auf A, welche jedoch von der Art wäre, die Ausdehnung des A einzuſchränken, fortdauern möchte*), würde zwar A unter einer geringern Ausdehnung erſcheinen, allein, da dieſe Abnahme an Ausdehnung nicht das Reſultat eines Abnehmens am Caloriſiziren von A wäre (da die Verminderung des Volums von A ſich nicht auf eine durch Abkühlung hervorgebrachte Contraction bezöge); ſo würde in A das Streben nach Ausdehnung ſich in einem um ſo höhern Grade manifeſtiren, als A gezwungen würde, die Ausübung ſeines Strebens nach Ausdehnung zu unterdrücken; und es mußte von dem Augenblicke an, wo die Einwirkung von B auf A aufhören möchte, in A ganz dieſelbe Ausdehnung, ſo wie zugleich die Fähigkeit, eines andern Körpers Ausdehnung zu vermehren, ſogleich wieder eintreten, welche (eigene Ausdehnung und Fähigkeit zur Ausdehnungsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechſelwirkung getreten waren.

VI.

Da es, phyſiſch betrachtet, unmöglich iſt, daß eine Maſſe B auf A eine Einwirkung ausübe, wodurch A in ſeiner Bewegung gehindert würde, wobei aber jene Einwirkung keine mechaniſche wäre, ſo iſt auch der Fall nicht denkbar, daß eine Zeit hindurch, A in ſeinem eigenen Motuiſiziren durch B gehindert würde, und daß in A nach dem Verſchwinden von B, ganz dieſelbe eigene Geſchwindigkeit, ſo wie zugleich dieſelbe Fähigkeit eines andern Körpers Geſchwindigkeit zu vermehren, ſogleich wieder eintreten möchten,

*) Daß dieß eine Vorausſetzung ſey, die, phyſiſch betrachtet, ſehr wohl unmöglich iſt, wird weiter unten bemerkt werden; und dieß liefert einen intereſſanten Geſichtspunkt, um den geheimen Beziehungen zwiſchen Caloriſiziren und Mechaniſiziren tiefer nachzuſpüren.

Digitized by Google

welche (eigene Geschwindigkeit und Fähigkeit zur Geschwindigkeitsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B unter einander noch in keine Wechselwirkung getreten waren.

Da es, physisch betrachtet, sehr wohl möglich ist, daß eine Masse B auf A eine Einwirkung ausübe, wodurch A in seiner Ausdehnung gehindert würde, wobei aber jene Einwirkung keine calorifizirende wäre; so ist der Fall sehr wohl denkbar, daß eine Zeit hindurch A in seiner eigenen Ausdehnung durch B gehindert würde; und daß in A nach dem Verschwinden von B ganz dieselbe Ausdehnung, so wie zugleich dieselbe Fähigkeit eines andern Körpers Ausdehnung zu vermehren, sogleich wieder eintreten möchten, welche (eigene Ausdehnung und Fähigkeit zur Ausdehnungsvermehrung in andern Körpern) damals Statt fanden, als A und B untereinander noch in keine Wechselwirkung getreten waren. Wir wollen dieß durch ein Beispiel erläutern:

Man denke sich einen Kubikfuß Luft vom Barometerstande b und Thermometerstande t, in einem kubischen Gefäße ringsum verschlossen, und gänzlich mit allen übrigen Körpern außer aller calorifizirenden Wechselwirkung gesetzt (vollkommen isolirt); es werde ferner vorausgesetzt, daß die quadratische oberste Fläche des Gefäßes luftdicht, aber ohne allen Widerstand auf und nieder beweglich sey, wodurch der innere Raum des Gefäßes vergrößert oder verkleinert werden kann, oder wodurch die eingeschlossene Luft unter ein größeres oder ein kleineres Volum gebracht werden kann; endlich sey der Barometerstand der Luft außerhalb des Gefäßes unabänderlich = b, möge auch in der Luft innerhalb des Gefäßes vorgehen, was da wolle. Würde nun ein kalter Körper B mit der eingeschlossenen Luft A in Verbindung gebracht, so daß zwischen A und B eine calorifizirende Wechselwirkung Statt finden möchte, so würde A gegen B ein mittheilendes Volumifiziren ausüben, und hiedurch am eigenen Volumifiziren, so wie an der Fähigkeit, das Volum anderer Körper zu vermehren, verlieren; es würde nämlich der bewegliche Deckel des Gefäßes sinken, und die Luft A eine geringere Temperatur annehmen; und nicht genug; es würde, auch nach Hinwegnahme des abkühlenden Körpers B, das verminderte Volum von A und dessen verminderte Temperatur fortdauern. Dieß müßte hier nothwendig darum so geschehen, weil A in seinem Volumifiziren gehindert wurde, durch die herabstimmend sich äußernde calorifizirende Einwirkung von B (durch abkühlende Einwirkung).

Ganz anders wäre die Erscheinung, wenn die eingeschlossene Luft A von allen übrigen Körpern, rücksichtlich der calorifizirenden Wechselwirkung, isolirt bliebe (nämlich von Außen her weder abgekühlt noch erwärmt werden könnte) und wenn A dadurch an seinem Volumifiziren eine Verminderung erleiden möchte, daß der bewegliche Deckel durch mechanische Kraft herabgedrückt würde. In diesem Falle ginge zwar auch eine Verminderung des Volums an A vor sich; allein, diese Verminderung wäre nicht das

Resultat der Tilgung eines Theils des Calorisizirens in A, sondern bloß das Resultat einer unterdrückten Aeußerung des Calorisizirens; und hieraus folgt a priori auf die einfachste Weise und als nothwendige Consequenz der fernere Verlauf der Erscheinung ganz so, wie wir ihn durch Versuche bestätigt finden können. Da die Aeußerungen des Calorisizirens im Volumisiziren und in der Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren bestehen, so zieht eine gewaltsam unterdrückte Aeußerung des Volumisizirens die Manifestation eines erhöhten Strebens nach Volumisiziren, so wie eine erhöhte Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren nach sich (durch Zusammenpressen der Luft wird deren Barometer- und Thermometer-Stand erhöht). Wird endlich der den Deckel gewaltsam herabdrückende Körper hinweggenommen, wird nämlich die Wechselwirkung zwischen diesem Körper und der eingeschlossenen Luft A, welche Wechselwirkung aber keine calorisizirende sondern bloß eine mechanische ist, wieder aufgehoben, so ist Alles wieder in jenen Zustand zurückversetzt, wo der herabdrückende Körper noch nicht hinzugekommen war; die Luft A nimmt wieder ihr ursprüngliches Volum (einen Kubikfuß) ein, und hat wieder ihre ursprüngliche Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren (die Temperatur t).

Folgende Tabelle mag die hier angeführten Betrachtungen in einer kurzen Uebersicht darstellen:

Vergleichende tabellarische Uebersicht der Resultate aus obigen Betrachtungen.

Am Mechanisiziren.	Am Calorisiziren.
Moment der mechanischen Kraft erhöht in Masse A eigenes Motuisiziren und Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren gegen B.	Moment der Wärmekraft erhöht in Masse A eigenes Volumisiziren und Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren gegen B (zuweilen mit Ausnahme).
Ausübung des mittheilenden Motuisizirens von A gegen B, vermindert eigenes Motuisiziren in A, und Fähigkeit des A zum mittheilenden Motuisiziren gegen B.	Ausübung des mittheilenden Volumisizirens von A gegen B; vermindeet eigenes Volumisizieen in A, und Fähigkeit des A zum mittheilenden Volumisiziren gegen B.
Wenn jene Ausübung des mittheilenden Motuisizirens von A gegen B, sich auch bloß auf das Bestreben beschränkt, das Motuisiziren in B zu erhöhen, ohne daß dieß Motuisiziren (wegen Statt findender Hindernisse) wirklich erhöhet wird, so folgt demnach für A eine Verminderung am eigenen Motuisiziren, und an der Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren.	Wenn jene Ausübung des mittheilenden Volumisizirens von A gegen B, sich auch bloß auf das Bestreben beschränkt, das Volumisiziren in B zu erhöhen, ohne daß dieß Volumisiziren (wegen Statt findender Hindernisse) wirklich erhöht wird, so folgt demnach für A eine Verminderung am eigenen Volumisiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren.
Wird A in seinem eigenen Motuisiziren gehindert, so daß es ein kleineres Motuisiziren ausübt, als es im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; und ist A dadurch gehindert, daß es die mechanische Einwirkung einer Masse B erlei-	Wird A in seinem eigenen Volumisiziren gehindert, so daß es ein kleineres Volumisiziren ausübt, als es im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; und ist A dadurch gehindert, daß es die calorisizirende Einwirkung einer Masse B

Vergleichende tabellarische Uebersicht der Resultate aus obigen Betrachtungen.

Am Mechanisiziren.	Am Calorisiziren.
ber, so übt A gegen B eine mechanische Gegenwirkung aus, A äußert nämlich gegen B ein mittheilendes Motuisiziren (erhöht in B das Motuisiziren im Sinne des Motuisizirens von A, oder äußert ein Streben, dieß Motuisiziren in B zu erhöhen), wodurch A am eigenen Motuisiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren verliert; daher in A ein verminderter eigener Motuisiziren und eine verminderte Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren auch dann noch wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Motuisiziren von A verschwindet.	erleidet (daß A durch B abgekühlt wird) so übt A gegen B eine calorisizirende Gegenwirkung aus, äußert nämlich gegen B ein mittheilendes Volumisiziren (erhöht in B das Volumisiziren, oder äußert ein Streben, dieß Volumisiziren in B zu erhöhen) wodurch A am eigenen Volumisiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren verliert; daher in A ein verminderter eigener Volumisiziren und eine verminderte Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren auch dann noch wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Volumisiziren von A verschwindet.
Würde A in seinem eigenen Motuisiziren gehindert, so daß es ein kleineres Motuisiziren als im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; würde aber A dadurch gehindert werden, daß es die Einwirkung einer Masse B erlitte, welche Einwirkung keine mechanische wäre, so würde A gegen B eine Gegenwirkung ausüben, welche gleichfalls keine mechanische wäre: A würde daher gegen B kein mittheilendes Motuisiziren ausüben; daher A am eigenen Motuisiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren nichts verlieren möchte; es würden in A das eigene Motuisiziren und die Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren unverändert wieder wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Motuisiziren von A verschwunden wäre.	Würde A in seinem eigenen Volumisiziren gehindert, so daß es ein kleineres Volumisiziren als im Falle des Nichtverhindertwerdens ausüben möchte; würde aber A dadurch gehindert werden, daß es die Einwirkung einer Masse B erlitte, welche Einwirkung keine calorisizirende wäre; so würde A gegen B eine Gegenwirkung ausüben, welche gleichfalls keine calorisizirende wäre; A würde daher gegen B kein mittheilendes Volumisiziren ausüben, daher A am eigenen Volumisiziren und an der Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren nichts verlieren möchte; es würden in A das eigene Volumisiziren und die Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren unverändert wieder wahrgenommen werden, wenn das Hinderniß gegen das eigene Volumisiziren von A verschwunden wäre.
Da A durch Einwirkung von B auf A an seinem eigenen Motuisiziren nicht anders gehindert werden kann, als dadurch, daß jene Einwirkung eine mechanische sey, so ist der Fall nicht denkbar, wo A in seinem eigenen Motuisiziren durch B gehindert würde, und wo hiedurch kein Abnehmen Statt finden sollte, am Streben nach eigenem Motuisiziren von A, und an dessen Fähigkeit zum mittheilenden Motuisiziren; es wird daher nach Hinwegnahme von B nothwendig eine Abnahme des ursprünglichen eigenen Motuisizirens von A, und der ursprünglichen Fähigkeit des A zum mittheilenden Motuisiziren, bestehen müssen.	Da A durch Einwirkung von B auf A in seinem eigenen Volumisiziren sehr wohl anders gehindert werden kann (durch Zusammendrücken) als dadurch, daß jene Einwirkung eine calorisizirende sey; so ist der Fall sehr wol denkbar, wo A in seinem eigenen Volumisiziren durch B gehindert würde, und wo hiedurch kein Abnehmen Statt finden möchte, am Streben nach eigenem Volumisiziren von A, und an dessen Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren: es wird daher nach Hinwegnahme von B nicht nothwendig eine Abnahme des ursprünglichen eigenen Volumisizirens von A und der ursprünglichen Fähigkeit des A zum mittheilenden Volumisiziren bestehen müssen; sondern es kann jenes eigene Volumisiziren und jene Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren auch nach Verschwinden von B unveränderlich wieder so erscheinen, als damals, wo die Einwirkung von B auf A noch nicht eingetreten war.

Wir wollen versuchen, ein mit den hier angeführten Wärmeerscheinungen ähnliches Phänomen des Calorifizirens, zu interpretiren, und hiernach ungezwungen eine Erklärung hiervon herbeizuführen.

Es ist nämlich eine bekannte Erscheinung, daß ein Körper, der übrigens von Außen her weder erwärmend noch abkühlend influenzirt wird, durch Zusammenpressen, an Temperatur zunimmt, hingegen durch Verdünnung, an Temperatur abnimmt.

Die atomistischen Physiker, welche alle Erscheinungen der Körperwelt aus eigenthümlich gearteten sich von einander ursprünglich unterscheidenden materiellen Stoffen, so wie aus den mancherlei Bewegungen und Lagerungen dieser Stoffe erklären wollen; sehen in der hier angeführten Wärmeerscheinung weiter nichts, als ein durch Zusammenpressen des Körpers oder durch dessen Ausdehnen nothwendig erfolgendes Austreten oder Absorbiren des (fingirten an sich unerweislichen) Wärmestoffs; und so ist denn jene Erscheinung ohngefähr das Resultat eben desselben Prinzipes, wornach Wasser aus einem Schwamme austritt, oder von demselben aufgesogen, je nachdem der Schwamm zusammengepreßt, oder auseinander gezogen wird.

Wenn der Werth einer Erklärungsweise bloß darnach abzumessen wäre, in wiefern sie handgreiflicher und auch dem gröbsten ungebildetsten Verstande begreiflicher, und in wiefern ein höheres Aufschwingen des Geistes nach abstracterm reinern Anschauungen bei einer solchen Erklärung weniger erforderlich ist; so müßte der hier angeführten Erklärung unserer Wärmeerscheinung der unbedingteste Vorzug vor allen übrigen Erklärungsweisen desselben Phänomens zuerkannt werden. Da aber wol Niemand den Werth einer Erklärungsweise eines Phänomens auf diese einseitige Rücksicht beziehen kann, so scheint es mir der Mühe werth zu seyn, daß gezeigt werde, wie sich das hier angeführte Wärmephänomen auch nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinungen erklären lasse, und das um so mehr, als nach dieser letzten Auslegungsmethode die Nothwendigkeit wegfällt, eine an sich unerweisliche Materie, den sogenannten Wärmestoff, zu fingiren; und, als ferner der Geist unserer Interpretation obigen Wärmephänomens, sich eben so an den Phänomenen der Bewegung, die wir keinem Bewegungsstoffe zuschreiben, als an den mancherlei Aeußerungen der Vitalität, vernunftgemäß und ganz mit den Erscheinungen übereinstimmend, anwenden läßt. Daß aber diese letztere Rücksicht unserer Erklärungsweise einen nicht zu verkennenden Vorzug einräume, glaube ich behaupten zu dürfen, da ja die Interpretation aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen, sich dann dem Ideale von Einheit an unserer intellectuellen Anschauung der Natur um so mehr nähern, je mehr die Erklärungsweisen aller Erscheinungen einem und demselben Geiste sich anschmiegen, und gleichsam nur als die mannigfaltigen Ausdrücke eines und desselben Prinzipes sich manifestiren; so wie bei aufmerksamer und vergleichender Betrachtung der Außenwelt, die Wiederholung eines und desselben Gegen-

ſatzes unter den verſchiedenſten Formen, dynamiſch und ſomatiſch genommen, uns nicht entwiſchen kann; ein Gegenſtand, der ſich vorzüglich auffallend, und ſeines körperlichen Habitus willen, leicht und faßlich an der phytonomiſchen und zootomiſchen Betrachtung der Pflanzen- und Thier-Welt, nachweiſen läßt, wozu unter andern die Herren Kieſer, Sprengel, Carus, Oken, Rudolphi, Link, Treviranus u. ſ. w., manche herrliche Beiträge geliefert haben. Nun zu unſerm Gegenſtande ſelbſt.

Wenn der zuſammengepreßte Körper an Temperatur zunimmt, hingegen der durch äußere Veranlaſſung ausgedehnte, an Temperatur abnimmt, ohne daß in beiden Fällen irgend ein Umſtand hinzutritt, wodurch das unmittelbare Calorifiziren des Körpers verändert werden könnte; ſo ſehen wir dieſe Erſcheinung als nichts weniger denn als einen Beweis für die Exiſtenz eines Wärmeſtoffes an, ſondern wir erblicken darin weiter nichts, als die Beſtätigung folgenden ſehr einfachen uns ſich gleichſam als Axiom aufdringenden Grundſatzes: Wenn durch Einwirkung einer Kraft an irgend einem Weſen zu gleicher Zeit zwei Aeußerungen von Thätigkeit an dieſem Weſen erhöht werden, deren eine ſich ſubjectiv, die andere objectiv behauptet; ſo muß für den Fall, wo an einem ſolchen Weſen der Typus zu einer ſich ſolchermaßen ſubjectiv und objectiv äußernden Action auf einen beſtimmten Grad geweckt iſt, und wenn überdieß auf jenes Weſen keine Kraft einwirkt, welche jene Action ſteigern oder herabſtimmen könnte, es muß in einem ſolchen Falle durch künſtliche Herabſtimmung der ſubjectiven Aeußerung eine Steigerung der objectiven Aeußerung hervorgebracht werden, und umgekehrt; kurz, bei durch äußere Nebenumſtände herbeigeführter Veränderlichkeit des Verhältniſſes, an der ſubjectiven und objectiven Aeußerung muß ſich ein Antagonismus unter dieſen Aeußerungen behaupten. Wir wollen dieſen Grundſatz vorläufig auf einige andere Erſcheinungen anwenden, und dann erſt hiernach das oben angeführte Wärmephänomen erklären.

Wenn ein Körper ſich mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit im Raume frei und ungehindert nach irgend einer geraden Richtung hin bewege, und wenn keine Kraft auf ihn einwirkt, wodurch an ſeiner Bewegungsquantität etwas verändert werden könnte, und wenn er nun einem ſich nach derſelben Richtung bewegenden, aber langſamer laufenden Körper in einem Puncte ſeiner Bahn begegnet, ſo äußert ſich das Mechaniſiziren des erſten Körpers zugleich ſubjectiv und objectiv, nämlich zu gleicher Zeit als ſelbſtbewegend und als Bewegung mittheilend, u. zwar wird ceteris paribus die objective Aeußerung thätiger erſcheinen, wenn die ſubjective Aeußerung ſich weniger thätig zeigt, das heißt, der erſte Körper wird dem zweiten mehr Bewegung mittheilen, wenn erſterer durch letzten in ſeiner eigenen Bewegung mehr aufgehalten wird, wenn nämlich der zweite Körper ſich urſprünglich langſamer

bewegt. Hier wird alſo durch Unterdrücken der ſubjectiven Aeußerung des Mechaniſirens am erſten Körper, deſſen objective Aeußerung erhöht.

Je mehr, unter übrigens gleichen Umſtänden, durch äußere Nebenveranlaſſung, die ſubjective Aeußerung des Bildungstriebes von einer Pflanze zurückgehalten wird, deſto kräftiger tritt die objective Aeußerung des Bildungstriebes an jener Pflanze hervor. Je mehr nämlich, dem vegetativen Leben unbeſchadet, die Vergrößerung, Vervielfältigung von Blättern und Zweigen an der Pflanze durch gehöriges Beſchneiden gehindert wird, deſto mehr treibt ſie in Samen, deſto mehr überträgt ſie die Aeußerung des ihr innewohnenden Bildungstriebes auf einen ſolchen Theil, der beſtimmt iſt, ein von ihr (der Mutterpflanze) getrenntes aber gleichnamiges Pflanzenleben fortzuführen.

An einem erbitterten Gemüthe beſteht die ſubjective Aeußerung des Gemüthszuſtandes in der freien Aeußerung der innern Unruhe im Ausdruck derſelben durch Ton, Blick und Gebehrde, ſo wie in der leidenſchaftlichen Schilderung der innern Empörung über ein wirklich oder vermeintlich erlittenes Unrecht; hingegen beſteht die objective Aeußerung eines ſolchen Gemüthszuſtandes darin, daß der Empörte, von Rache Erfüllte, an ſeinen Beleidiger Hand anlegt, oder heimtückiſch an dem Plan ſeiner Rache ſchmiedet. Je mehr er nun durch äußere Umſtände gezwungen iſt, ſeine ſubjective Aeußerung zu unterdrücken, indem Furcht oder Klugheit es ihm nothwendig machen, ſich zu verſtellen, ja wohl gar eine ruhige fröhliche Stimmung zu heucheln; deſto fürchterlicher tobt es in ſeinem Innern, und deſto ſchrecklicher wird er ſeine Racheplane entwerfen; da man hingegen häufige Beiſpiele hat, daß der Beleidigte alles Streben nach Rache vergißt, wenn er durch freien Ausbruch ſeiner Leidenſchaften ſich gleichſam Luft machen kann, wenn auch hierdurch ſeinem Beleidiger nicht ein Haar gekrümmt wird, und ſeine Schmähungen ihn auf ſeinem erhabenen Standpuncte nicht erreichen können.

Nun wollen wir nach demſelben Grundſatze das oben angeführte Wärmephänomen erklären.

Wenn an einem Körper der Typus zum Caloriſiziren auf einen beſtimmten Grad geweckt iſt; wenn, nach dem Geſetze der Trägheit, das unmittelbare Caloriſiziren dieſes Körpers ſich unverändert bei demſelben Grade erhält, und ſich, wenn keine Nebenumſtände von Außen einwirken, unabänderlich durch einerlei eigenes Volumiſiziren, ſo wie durch einerlei Fähigkeit zum mittheilenden Volumiſiziren äußert; ſo kann durch eine äußere Nebenveranlaſſung (die nämlich auf das unmittelbare Caloriſiziren keinen Einfluß hat) die Aeußerung des eigenen Volumiſirens abnehmen (wenn nämlich der Körper zuſammengepreßt wird); wodurch denn die Fähigkeit zum mittheilenden Volumiſiziren erhöht werden muß. Dieß geſchieht auch wirklich; denn wird der Körper durch Zuſammenpreſſen auf ein kleineres Volum reduzirt, ſo wird ſeine Temperatur erhöht, das heißt, ſeine Fähigkeit, das Volum

des Queckſilbers im Thermometer zu vermehren. Der zuſammengepreßte Körper entſchädigt ſich gleichſam für ſein eingebüßtes eigenes Volum, durch erhöhte Aufforderung an das mit ihm in Wechſelwirkung tretende Queckſilber zur Volumvermehrung.

Dieſe Erklärungsweiſe iſt eben ſo vernunftgemäß, als jene, wo der Wärmeſtoff wie der Saft aus einer Zitrone herausgepreßt werden ſoll, und wenn gleich nicht ſo handgreiflich, ſo andererſeits weit übereinſtimmender mit den Erklärungsweiſen der übrigen Naturphänomene, und überdieß unabhängig von der Fiction eines Stoffes, deſſen Daſeyn auf keine Weiſe erwieſen iſt.

Wir wollen nun die Erſcheinungen des wechſelſeitigen Erwärmens und Abkühlens der Körper unter einander, wenn ſie verſchiedene Temperaturen beſitzen, verfolgen und verſuchen, dem Weſen der Wärmephänomene hierdurch noch näher auf die Spur zu kommen.

Es caloriſizirt ein Körper nie ſo ſtark, daß er nicht durch einen noch ſtärker caloriſizirenden zu einem höhern Caloriſiziren geſteigert werden könnte; und es caloriſizirt ein Körper nie ſo ſchwach, daß er nicht durch einen noch ſchwächer caloriſizirenden zu einem niedrigern Caloriſiziren herabgeſtimmt werden könnte. Eben ſo kann ein noch ſo ſchnell bewegter Körper durch einen noch ſchneller bewegten beſchleunigt, und ein noch ſo langſam bewegter Körper durch einen noch langſamer bewegten verzögert werden (beim Zuſammenſtoßen der bewegten Körper).

Gewiſſe Körper M und m, von beſtimmten Qualitäten, gegen einander in caloriſizirende Wechſelwirkung gebracht, äußern ſich ſehr energiſch im mittheilenden Volumiſiziren gegen einander, das wechſelſeitige Abkühlen und Erwärmen erfolge ſehr ſchnell; das Gegentheil kann ſich bei zwei andern Körpern M′ und m′ ergeben. Erſteres findet z. B. Statt zwiſchen Metall und Metall, letzteres zwiſchen Metall und Holz; ja noch auffallender iſt es, daß erſteres Statt findet zwiſchen Metall mit rauher Oberfläche und Luft, letzteres zwiſchen Metall mit glatter Oberfläche und Luft. Man bemerkt ferner daß, wenn M durch m ſich ſchnell abkühlt, ſich auch M durch m ſchnell erhitze. Auf eine analoge Weiſe iſt der Austauſch der Geſchwindigkeiten, beim Stoße, nach der mannigfaltigen Beſchaffenheit der ſtoßenden Körper, verſchieden, anders nämlich bei harten und weichen, anders bei elaſtiſchen Körpern.

Iſt p die binnen dem Elemente dt jener Zeit t, während welcher die zwei Maſſen M und m ſich um die Ausgleichung der Temperatur ſtreiten, wirkſame Wärmekraft (welche, poſitiv auf die eine Maſſe, negativ auf die andere wirkend, die eine erwärmt, die andere abkühlt; eben ſo, wie die zwiſchen zwei um Ausgleichung der Bewegung ſtreitenden Maſſen wirkſame Stoßkraft, die eine Maſſe beſchleunigt, die andere verzögere); ſo iſt der binnen der Zeit t in m zugewachſene Antheil des Caloriſizirens $C = A \int p\,dt$. Beziehen

wir dieſelben Betrachtungen auf die ſich wechſelſeitig caloriſizirenden Maſſen M′ und m′, ſo haben wir eben ſo C′ = A ∫ p′ dt.

So wie es nun beim Stoße unter den Körpern M und m, oder unter jenen M′ und m′, von deren innern Beſchaffenheit abhängt (von ihrer Härte, Weiche, vollkommenen und unvollkommenen Elaſtizität) nach welchem Geſetze der Continuität die zwiſchen beiden Körpern binnen der Dauer des Stoßes wirkſame Stoßkraft p oder jene p′ ſich mit den Werthen der Zeit t ändern müſſe, eben ſo muß es bei der caloriſizirenden Wechſelwirkung unter den Körpern M und m, oder unter jenen M′ und m′, von deren innern Beſchaffenheit abhängen, was für Functionen von der Zeit t, die binnen der caloriſizirenden Wechſelwirkung thätige Wärmekraft p oder jene p′ ſeyn werden.

Wir ſetzen allgemein p = F′ (t) und p′ = f′ (t) (in dem Sinne der abgeleiteten Funktionen, in der théorie des fonctions analytiques par Lagrange), und erhalten daher C = A F (t) und C′ = A f (t).

Hieraus wird nun begreiflich, wie die innere Beſchaffenheit der Körper M und m, oder jene der Körper M′ und m′ weſentlich darauf einwirke, ob, für einerlei Werth von t, C größer oder kleiner als C′ erhalten werden müſſe, d. h. ob der Austauſch von Wärme zwiſchen M und m ſchneller oder langſamer vor ſich gehen müſſe, als zwiſchen M′ und m′.

Es kann ſogar für gewiſſe Zeitabſchnitte der Wärmeaustauſch zwiſchen M und m langſamer vor ſich gehen als zwiſchen M′ und m′, dann aber wieder für andere Zeitabſchnitte das Gegentheil eintreten. Setzen wir z. B. F′ (t) = k und f′ (t) = lt, ſo iſt C′ = A kt und C′ = Al. $\frac{t^2}{2}$, oder C = Kt und C′ = Lt². Hieraus folgt, daß der Wärmeaustauſch zwiſchen M u. m jenem zwiſchen M′ u. m′ gleichgekommen ſey, nach dem der Wärmeaustauſch beiderſeits binnen der Zeit $\frac{K}{L}$ fortgedauert hat; daß hingegen der Wärmeaustauſch zwiſchen M und m langſamer vor ſich gegangen ſey als zwiſchen M′ und m′, wenn er beiderſeits binnen der Zeit $\frac{K}{L} + \omega$ fortgedauert hat; daß endlich der Wärmeaustauſch zwiſchen M und m ſchneller vor ſich gegangen ſey als zwiſchen M′ und m′, wenn er beiderſeits binnen der Zeit $\frac{K}{L} - \omega$ fortgedauert hat, und wenn überdieß K > L ω iſt.

Wir bedürfen, der hier vorgetragenen Anſichten gemäß, zur Erklärung des wechſelſeitigen Erwärmens und Abkühlens zweier Körper unter einander, keines aus- und einſtrömenden Wärmeſtoffes, und das Prinzip des beweglichen Gleichgewichts (principe de l'équilibre mobile), wornach Prevoſt ein beſtändiges Aus- und Einſtrömen von Wärmematerie annimmt, und behauptet, der Körper ſteige und falle an Temperatur, oder

behalte ſie unveränderlich bei, je nachdem das Einſtrömen größer, kleiner oder gleich ſey gegen dem Ausſtrömen, iſt uns eine leere Hypotheſe. Das Zu- und Abnehmen der Temperatur iſt uns bloß ein veränderter Zuſtand, eben ſowohl, als das Zu- und Abnehmen der Geſchwindigkeit. Die veranlaſſenden Urſachen zu jenen und zu dieſen Zuſtandesveränderungen nennen wir Wärmekraft und mechaniſche Kraft; begreifen aber eben ſo wenig, warum wir einen Wärmeſtoff, als warum wir einen Bewegungsſtoff annehmen ſollen. Keiner von beiden Stoffen hat ſein materielles Seyn auf der Wage oder auf irgend eine andere unbezweifelte Weiſe beurkundet; das vermeintliche Daſeyn Beider könnte ſich bloß auf eine Fiction ſtützen, welche allen Werth verliert, ſobald dargethan wird, daß ſich alle darauf beziehenden Erſcheinungen, ohne jene Fiction, rein dynamiſch erklären laſſen.

Wenn die Maſſen M und m (zweier beliebiger Körper z. B. Metall und Luft) in die Bedingniſſe einer unter dieſen Maſſen möglichen caloriſizirenden Wechſelwirkung treten, und es beſteht ein ſolches Verhältniß des Caloriſizirens C und c an jenen Maſſen, daß die caloriſizirende Wechſelwirkung ſich nur unter dem Werthe = o äußern kann, daß nämlich kein ſinnlich wahrnehmbares wechſelſeitiges Erwärmen und Abkühlen zwiſchen M und m vor ſich gehen kann; ſo wird nichts deſto weniger der Fall eintreten können, daß M eine andere caloriſizirende Einwirkung auf die Maſſe m′ eines dritten Körpers äußert, als dieß m gegen daſſelbe m′ zu thun im Stande iſt. Eben ſo können zwei Körper M und m, die mit gleicher Geſchwindigkeit laufen, die alſo auf einander, im Zuſtande der wechſelſeitigen Berührung, nicht mechaniſch einwirken werden, ſich gegen einen dritten Körper m, der ſich langſamer bewegt, wirkſam äußern, und zwar auf ſehr verſchiedene Weiſe. Iſt nämlich m′ vollkommen hart, M und m auch vollkommen hart, ſo iſt die verſchiedene Einwirkung von M auf m′, und von m auf m′ bei angenommenem Werthe von m′, von den Werthen M und m abhängig. Iſt aber auch ſelbſt (der Quantität nach) M = m, ſo kann es noch geſchehen, daß M anders auf m′ als m auf m′ wirke; es darf z. B. hierzu bloß angenommen werden, es ſey M vollkommen hart und m vollkommen elaſtiſch.

Wird in eine kleine Portion Waſſers, und eben ſo in eine kleine Portion Oels, ein Thermometer getaucht, ſo wird das Thermometer in dieſen zweierlei Fällen (von einerlei Grade aus) auf verſchiedene Grade erhoben werden, wenn auch das Waſſer und das Oel, in der wechſelſeitigen Berührung nicht caloriſizirend auf einander wirken (wenn das eine das andere weder abkühlt noch erwärmt); hier beſteht alſo bei Abweſenheit der caloriſizirenden Wechſelwirkung zwiſchen Waſſer und Oel ein verſchiedenes mittheilendes Volumiſiziren am Waſſer und Oel (gegen Queckſilber*). Sind aber die Portionen des

*) Der atomiſtiſche Phyſiker glaubt in dieſer Erſcheinung ein verſchiedenes Vertheilen des Wärmeſtoffs zwiſchen Waſſer und Merkur, dann zwiſchen Oel und Merkur zu erblicken, und eine verſchiedene Wärmekapazität am Waſſer und Oele.

Wassers und Oels so groß, daß die Quecksilbermasse (des Thermometers) näherungsweise dagegen verschwindet, so äußert sich beiderseits einerlei mittheilendes Volumisiziren gegen das Quecksilber (es äußern M und m eine und dieselbe Temperatur).

Ein ähnliches Resultat als hier bei der calorisizirenden Wechselwirkung, läßt sich bei der mechanisizirenden Wechselwirkung (beim Stoße) analytisch entwickeln.

Man denke sich die Massen M und m mit einerlei Geschwindigkeit c sich fortbewegend, so daß dieselben in der wechselseitigen Berührung, auf einander nicht mechanisizirend einwirken. Die vollkommen harte Masse m′ bewege sich mit einer Geschwindigkeit $c' < c$. Nun denke man sich den zweifachen Fall, entweder daß M an m′ stoße, oder daß m an m′ stoße, so hat m′ um folgende zweierlei Geschwindigkeiten zugenommen: entweder um die Geschwindigkeit 1) $\frac{v'}{M} - c' = \frac{M}{M+m'}(c - c')$ oder um die Geschwindigkeit 2) $\frac{v'}{m} - c' = \frac{2m}{m+m'}(c - c')$ wenn M vollkommen hart, und m vollkommen elastisch ist. Wäre aber m unvollkommen elastisch, so könnte die zwischen m und m′ Statt findende mechanische Wechselwirkung einem solchen Gesetze unterliegen, daß die Gleichung 3) $\frac{v'}{m} - c' = \frac{2m}{2m+m'}(c - c')$ erhalten würde. Unter dieser Voraussetzung geben die Gleichnngen 1. und 3. für die Geschwindigkeitszunahme von m′ durch Einwirken von M und m, welche ursprünglich einerlei Geschwindigkeit haben, verschiedene Werthe, welche auch dann noch verschieden bleiben, wenn $M = m$ ist, welche jedoch einander beinahe gleich werden, wenn m′ so klein ist, daß es sowohl gegen M als gegen m näherungsweise verschwindet.

Wir könnten uns hier gleichsam folgendermaßen ausdrücken: In den Gleichungen 1. 2. 3. beziehen sich die Ausdrücke $v' - c'$ und $- v' - c'$ auf die Bewegungstem-
m M
peraturen der Körper m und M, gemessen am Bewegungsmesser oder Motuometer m′. Unsere bisherigen sogenannten Thermometer sind eigentlich bloße Thermoscope; eben so ist m′ nicht eigentlich ein Motuometer, sondern nur ein Motuoscop, welches nicht die Größe des unmittelbaren Mechanisizirens in M und m angibt, sondern bloß deren mittheilendes Motuisiziren, das nebenher von der eigenthümlichen Beschaffenheit der Körper M, m und m′ abhängt.

Betrachten wir jene Aeußerungen des Calorisizirens, wornach der calorisizirende Körper in andern Körpern eine Verflüchtigung, oder an belebten Organen das Gefühl von Wärme hervorbringt, so zeigt uns die Erfahrung folgendes Resultat: Wenn die zwei Körper M und m von verschiedener Qualität sind, und wenn der Typus zum Calo-

rifiziren in beiden auf jenen Grad geweckt ist, daß auch bei der innigsten Berührung zwischen M und m keine caloriſizirende Wechſelwirkung (kein wechſelſeitiges Abkühlen und Erwärmen) erfolgt, wenn nämlich (nach dem gemeinen Sprachgebrauche) M und m einerlei Temperaturen haben, ſo äußern ſie nichts deſtoweniger eine ſehr verſchiedene Einwirkung auf ſolche Körper, womit ſie beſtreuet werden, und welche ſie verflüchtigen; und eben ſo gegen den Finger, an welchem ſie das Gefühl der Wärme hervorbringen. Es iſt nämlich bekannt, daß, wenn zwei qualitativ verſchiedene Körper M und m von gleicher Temperatur (auf das Thermometer bezogen) mit flüchtigen Subſtanzen, z. B. Campher, beſtreuet werden, daß dann die Verflüchtigung des Camphers mit einem verſchiedenen Grade der Intenſität auf M und m vor ſich gehe*). Eben ſo weiß Jedermann, daß qualitativ verſchiedene Körper von ganz gleicher Temperatur (aufs Thermometer bezogen) ſo daß ſie gegen einander weder ein Abkühlen noch Erwärmen in der Berührung hervorbringen, bei der Berührung mit dem Finger oder irgend einem andern Taſtorgane, ein ſehr verſchiedenes Gefühl von Wärme hervorbringen; ſo fühlt ſich z. B. Holz bei niedriger Temperatur wärmer an, als Eiſen bei derſelben niedrigen Temperatur; hingegen fühlt ſich Holz bei hoher Temperatur nicht ſo heiß an, als Eiſen bei derſelben hohen Temperatur (wenn z. B. Holz und Eiſen neben einander liegend in der Sonne erwärmt werden); und dennoch wird bei der wechſelſeitigen Berührung zwiſchen Holz und Eiſen kein Umtauſch der Temperatur vor ſich gehen. Dieſe Phänomene des Caloriſizirens ſind nach der atomiſtiſchen Anſicht, nach einem fingirten, aus einem Körper in den andern übertretenden Wärmeſtoffe nicht wol zu begreifen; hingegen ſind ſie nach der dynamiſchen Anſicht der Wärmeaction nicht einmal etwas Auffallendes, da ſie jenen Erſcheinungen vollkommen analog ſind, welche wir am Mechanismus, folglich an jener Action der Körperwelt wahrnehmen können, deren Geſetze mit der größten Evidenz, Präziſion und Klarheit a priori entwickelt, und ſelbſt, ohne jemals zu täuſchen, dem ſtrengſten Kalkül unterworfen werden können.

Wir wollen nun jene Wärmeerſcheinungen betrachten, welche die Phyſiker auf die ſonderbare Annahme verſchiedener Wärmekapazitäten und auf die Vorſtellung eines freien und gebundenen Wärmeſtoffs geführt haben.

---

*) Ruhland beſchreibt im ſiebenten Bande von Schweiggers Journal eine Reihe von Verſuchen über die verſchiedene Fähigkeit verſchiedenartiger Körper, flüchtige Subſtanzen, womit ihre Oberflächen bedeckt werden, zu verflüchtigen, wenn auch jene verſchiedenartige Körper durchaus einerlei Temperatur haben. Hieraus geht hervor, daß bei gleicher Temperatur, glänzendes Eiſenblech darauf geſtreuten Campher weit langſamer verflüchtige, als dicke Pappſcheiben; daß ſich eine Scheibe Siegellack oder Schwefel gegen Pappſcheiben eben ſo verhalte, ... Dieß erklärt Ruhland durch einen eigenen an der Oberfläche der Körper beſtehen ſollenden Wärmeverkehr, u. ſ. w.

Wenn der vollkommen harte Körper M, und der vollkommen elastische Körper m auch durch einerlei Moment der mechanischen Kraft in Bewegung gesetzt werden, so ist es dennoch sehr begreiflich, daß die beiden Körper (gegen m′) ein mittheilendes Motuisiziren von sehr verschiedenem Grade äußern können, auch selbst dann noch, wenn M = m ist (der Massenquantität nach). Eben so leicht läßt sich aus unserer dynamischen Wärmetheorie folgendes einsehen: Zwei unter einander qualitativ verschiedene, aber quantitativ gleiche Massen M und m, durch einerlei Moment der Wärmekraft influenzirt, erhalten zwar einerlei Zuwachs am unmittelbaren Calorisiziren, aber einen verschiedenen Zuwachs des mittheilenden Volumisizirens gegen einen dritten Körper m′, nämlich eine verschiedene Temperaturerhöhung. Einerlei Moment der mechanischen Kraft vermehrt, in verschiedenerlei gleich großen Massen, deren Bewegungstemperatur; nämlich deren Fähigkeit eines dritten Körpers Bewegung zu steigern, um verschiedene Werthe; eben so vermehrt einerlei Moment der Wärmekraft, in verschiedenerlei gleich großen Massen, deren Wärmetemperatur, nämlich deren Fähigkeit eines dritten Körpers Volum zu erhöhen, um verschiedene Werthe. Die Atomistiker, welche einen Wärmestoff fingiren, müssen, um diese letztere Erscheinung zu begreifen, ihre Zuflucht zu einer zweiten Fiction nehmen, nämlich zum Gebundenwerden eines Theils des Wärmestoffs, und zwar, nach einer dritten Fiction, in einem verschiedenen Verhältnisse, nach der sogenannten verschiedenen Wärmekapazität der Körper. Unsern dynamischen Ansichten gemäß folgt aber obige Erscheinung des Calorisizirens eben so natürlich aus einer dynamischen Affizirung aus dem Gewecktwerden des einem Körper innewohnenden Typus zum Calorisiziren, als die Erscheinungen am Stoße zweier Körper sich aus dem Wesen der mechanischen Kraft, und aus deren Einwirkung auf die einer Bewegung fähige Masse ergeben. Gebundener Wärmestoff stellt sich uns eben so als eine unnütze Fiction dar, als ob man von einem gebundenen Bewegungsstoffe sprechen wollte.

Der vom Atomistiker angenommenen Wärmekapazität eines Körpers (dessen Fähigkeit mehr oder weniger Wärmestoff in sich aufzunehmen, und hiernach um einen bestimmten Grad der Temperatur zu steigen), substituiren wir das Erforderniß an Wärmeimpuls, wornach ein Körper M oder m, seiner jedesmaligen Beschaffenheit gemäß, stärker oder schwächer durch Wärmekraft influenzirt werden muß, wenn er in seinem mittheilenden Volumisiziren gegen einen gegebenen Körper m′ um ein gegebenes Quantum zunehmen soll.

Eben so besteht für die verschiedenerlei Körper ein verschiedenes Erforderniß am Bewegungsimpulse, wornach ein Körper M oder m, seiner jedesmaligen Beschaffenheit gemäß, stärker oder schwächer durch mechanische Kraft influenzirt werden muß, wenn

er in seinem mittheilenden Motuisiziren gegen einen gegebenen Körper m' um ein gegebenes Quantum zunehmen soll. Dieß findet z. B. Statt, wenn m' vollkommen hart, M vollkommen hart und m vollkommen elastisch sind, wie wir dieß schon früherhin analytisch dargethan haben.

In den Lehrvorträgen der Physik bedient man sich bei Beschreibung der Wärmeerscheinungen häufig des Ausdrucks: guter und schlechter Wärmeleiter. Dieß rührt daher, daß man gewöhnlich eine aus einem Körper in den andern wandernde Wärmematerie annimmt. In wissenschaftlicher Hinsicht überhaupt aber ist dieser Ausdruck zu tadeln, nicht eben darum, weil er zu der hier vorgetragenen mehr dynamischen Wärmetheorie nicht paßt, sondern, weil überhaupt die Unbefangenheit, mit der wir in der Philosophie der Natur fortschreiten sollen, wesentlich erfordert, in dem bloßen Beschreiben der Erscheinungen alle Ausdrücke zu vermeiden, welche stillschweigend eine Hypothese in sich fassen; dergleichen Ausdrücke dürfen nur in den Erklärungen der Erscheinungen nach bestimmten Theorien angewandt werden. Ich wiederhole die schon oft gemachte Bemerkung: Wir wollen die Natur mit unbefangenem Sinne auffassen, wie sie sich uns darstellt; sie darnach schlicht und einfach beschreiben, und wollen uns hüten, während der bloßen Naturanschauung, irgend etwas zu sehen, das nicht an der Erscheinungswelt selbst besteht, sondern das uns, darin zu erblicken, von der Schule, gleichsam nach einer herkömmlichen Convenienz, nach einer angenommenen Etiquette, aufgedrungen wird.

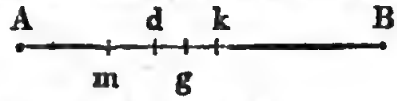
Ich will mich also, statt des obigen (eine sich bewegende Wärmematerie voraussetzenden) Ausdrucks, des folgenden bedienen: Körper, welcher als Trenner zweier Massen deren Temperaturausgleichung schwach oder stark hindert.

Nach der hier vorgetragenen (mehr dynamischen) Wärmetheorie wäre ein sogenannter besserer oder schlechterer Wärmeleiter, ein Körper, welcher, als Trenner zweier Massen von verschiedenem mittheilenden Volumisiziren (von verschiedener Temperatur), sich der mittelbaren Umstimmung der Typen zur Wärmeaction an diesen Massen, weniger oder mehr entgegensetzen möchte.

Analoge Erscheinungen liefert auch der Mechanismus. Der harte Körper A stoße an jenen B. Geschieht der Stoß unmittelbar zwischen A und B, so wird die Ausgleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten ohne Nebenhinderniß unmittelbar durch A und B schnell zu Stande gebracht; besteht hingegen zwischen A und B ein Körper C, so daß A das C, und C das B berührt, und ist C mehr weich als hart, so erfolgt die Ausgleichung der verschiedenen Geschwindigkeiten von A und B mittelst C, und das zwar um so langsamer, je weicher C ist. Man kann hier sagen: Der Körper C sey, in dem Verhältnisse als er weicher ist, ein um so schlechterer Leiter der

Geſchwindigkeit, oder (da die Geſchwindigkeit nichts Materielles iſt) ein gegen die Ausgleichung der Geſchwindigkeit um ſo größeres Hinderniß.

Wir wollen nun den Fall betrachten, wo eine dünne Stange A B



an dem einen Ende A erwärmt wird, ſo daß alle Puncte in ihrer ganzen Länge beſtimmte Temperaturerhöhung erleiden. Das Geſetz dieſer Temperaturerhöhungen in den verſchiedenen Abſtänden vom Puncte A ſoll hier auf Verſuche geſtützt und analytiſch entwickelt werden.

Newton hat durch Verſuche dargethan, daß die Temperatur eines gegebenen Körpers von geringer Extenſion, durch einen gleichgearteten ihn berührenden Körper von höherer Temperatur, binnen einer ſehr kleinen Zeit einen Temperaturzuwachs erleide, der proportional iſt der Zeit und der urſprünglichen Temperatur-Differenz.

Es wird das Element d g der Stange A B, durch das nächſt daran liegende Element m d erwärmt, und zugleich durchs Element g k abgekühlt; das heißt: es erleidet d g durch m d einen poſitiven, durch g k einen negativen Temperaturzuwachs binnen dem Zeitelemente d t.

Sey A m = x, m d = d g = g k = d x; ſey ferner die am Ende der Zeit t im Elemente m d beſtehende Temperatur = T, folglich die zugleich in den Elementen d g und g k beſtehenden Temperaturen = T + d T und T + 2 d T + d d T. Hier iſt zu merken, daß T zwar eine Function von t und x ſey, daß aber die obigen Ausdrücke d T und d d T ſich bloß auf die Veränderlichkeit von x beziehen; daß alſo d T und d d T hier die Partialdifferenzialien von T in Bezug auf x bedeuten; wir wollen daher obige in m d, d g, g k, am Ende der Zeit t beſtehenden Temperaturen folgendermaßen ausdrücken:

$$T, \text{ ferner } T + \left(\frac{dT}{dx}\right) dx, \text{ und } T + 2\left(\frac{dT}{dx}\right) dx + \left(\frac{d\left(\left(\frac{dT}{dx}\right) dx\right)}{dx}\right) dx,$$

welches wir kürzer ſo bezeichnen: y y′ y″.

Der Temperaturzuwachs binnen dem Zeitelemente d t im Stangenelemente d g läßt ſich folgendermaßen ausdrücken = m d t (y − y′) + m d t (y″ − y′) =

$$= m\,d\,t \left(\frac{d\left(\left(\frac{dT}{dx}\right) dx\right)}{dx}\right) dx, \text{ worin m der konſtante Erfahrungscoeffizient iſt.}$$

Da aber die Stange A B mit Luft umgeben iſt, welche die Stange in allen ihren Puncten unausgeſetzt abkühlt, ohne ſelbſt an Temperatur zuzunehmen, und da der hiedurch

im Elemente d g binnen dem Zeitelemente d t erfolgende negative Temperaturzuwachs $= A\,(t_0 - T)\,dt$ ist (wie wir schon da gezeigt haben, wo vom Abkühlen in unbegrenztem Mittel die Rede war), so hat in d g die Temperatur T, dadurch, daß t um d t zugenommen hat, um folgende Größe zugenommen $= m\,dt \left(\frac{d\left(\left(\frac{dT}{dx}\right)dx\right)}{dx}\right)dx + A.dt\,(t_0 - T)$;

dieser Ausdruck, worin t_0 die beständige Temperatur der die Stange umgebenden Luft, und A einen konstanten Erfahrungscoeffizienten ausdrücken, ist also jener für das Partialdifferenzial der Temperatur T in Bezug bloß auf t, also für $\left(\frac{dT}{dt}\right) dt$.

Hat einmal t jenen Werth überschritten, daß die Temperatur in jedem Elemente d g ihren Beharrungsstand erreicht hat, daß nämlich diese Temperatur mit der Zeit nicht mehr ändert; so ist $\left(\frac{dT}{dt}\right) dt = 0$. Wir haben also nach dem einmal eingetretenen Beharrungsstande $m \,.\, ddT + A \,.\, (t_0 - T) = 0$*).

Als wir den Coeffizienten m in die Rechnung brachten, so wurde er nur in so ferne als eine beständige Größe angenommen, als vorausgesetzt wurde, es seyen die Elemente md, dg, gk in allen Fällen von einer einmal angenommenen Größe. Wird dies nicht angenommen, so muß m von jenen Größen, also vom jedesmaligen Werthe von dx abhängen; wir setzen daher m, als eine uns unbekannte Function von dx, folgendermaßen an $m = f(dx)$. Da nun in obiger Gleichung eben so wenig das erste Glied fehlen darf als das zweite Glied, ersteres also nicht verschwinden darf (indem die Gesetze, sowohl der wechselseitigen Wärmemittheilung unter den Stangenelementen, als der Abkühlung durch die Luft in der Rechnung vorkommen müssen), so muß dx^2 im Nenner des ersten Gliedes vorkommen; wir setzen daher $m = f(dx) = \frac{a}{dx^2}$, worin a konstant ist, und erhalten hiernach:

---

*) Wir sind berechtigt $\left(\frac{d\left(\left(\frac{dT}{dx}\right)\right)}{dx}\right) dx$ durch ddT zu substituiren; wenn gleich T eine Function von t und x ist, so wird dennoch T für jene Werthe von t, wo T mit t sich nicht mehr ändert, eine Function bloß von x; dann ist aber das nte Partialdifferenzial von T bloß in Bezug auf x derselbe Ausdruck, als das nte vollständige Differenzial von T in Bezug auf x und t.

$a.\frac{d^2T}{dx^2} + A(t_o - T) = o.$ Hieraus folgt aber durch Integration $T - t_o = G.10^{-\frac{x}{\log.nat.10}\sqrt{\frac{A}{a}}} + H.10^{\frac{x}{\log.nat.10}\sqrt{\frac{A}{a}}}$ Hier ist T die dem Abstande x entsprechende in einem Stangenelemente bestehende Temperatur nach eingetretenem Beharrungsstande, t_o die konstante Temperatur der umgebenden Luft, G, H, $\frac{A}{a}$ konstante Größen, die aus drei Versuchen zu bestimmen sind.

Soll der Abstand x vom Brennpunkte A (der Stange A B) an gemessen werden, so muß $G + H = T' - t_o$ gesetzt werden, worin T' die Temperatur im Brennpuncte A ausdrückt*).

Es wurde gleich zu Anfange dieser Abhandlung gezeigt, daß das unmittelbare Calorifizirен sich zu gleicher Zeit durch eigenes und mittheilendes Volumifizirен äußere. Ueberdieß muß angenommen werden, daß unter den entsprechenden Werthen des unmittelbaren Calorifizirens, des eigenen Volumifizirens, und des mittheilenden Volumifizirens, ein Gesetz der Continuität bestehen müsse, daß jedoch dasselbe bei einem und demselben Körper M nur in soferne seinen konstanten Charakter beibehalten muß, als an den übrigen Umständen nichts verändert wird; daß hingegen jenes Gesetz der Continuität in ein anderes Gesetz der Continuität übergehen könne, sobald an den übrigen Umständen etwas verändert wird. Und in der That beweisen uns die Versuche, daß sich die Sache so verhalte, wie hier durch Darstellung einiger interessanter Erscheinungen gezeigt werden soll.

Um das in den mancherlei Krystallen enthaltene Krystallisationswasser, welches in Eisgestalt darin vorkommt, zu Wasser zu schmelzen, muß der Krystall, und folglich auch (da man in allen Theilen des Krystalls einerlei Temperatur voraussetzen muß) das darin enthaltene Eis auf eine weit höhere Temperatur gebracht werden, als wenn bloß ein für sich bestehendes Stück Eis geschmolzen werden soll. Da nun das durch Erwärmen allmählig erfolgende Ausdehnen eines festen Körpers, und endlich dessen Uebergehen in den flüssigen Zustand, als eine von der einwirkenden Wärmekraft abhängige veränderliche Aeußerung des eigenen Volumifizirens betrachtet werden kann, und insbesondere das Flüssigwerden (so wie das Dunstförmigwerden und Krystallisiren) als eine eigenthümliche Modifi-

*) Sehr gelehrt behandelt finden sich Aufgaben dieser Art in den Mémoires lus à l'institut de France par Messieurs Biot, Fourier, Poisson.

cation des eigenen Volumisizirens erscheint, so sehen wir, daß auch an einem und demselben Körper, z. B. am Wasser im festen Zustande, zwischen dem eigenen und mittheilenden Volumisiziren (zwischen dem eigenen räumlichen Verhalten und der Temperatur) nicht unabänderlich einerlei Gesetz bestehe, sondern daß dieß Gesetz von jenen äußern Umständen abhänge, in welchen sich der Körper jedesmal befindet.

Wenn ein angenommenes Moment der Wärmekraft in eine angenommene Portion Eises wirkt, so äußert sich diese Einwirkung durch eigenes und zugleich durch mittheilendes Volumisiziren. Je weniger nun, den jedesmaligen äußern Umständen gemäß, das Eis zum Flüssigwerden prädisponirt ist, oder, auf einen je höhern Grad der Typus zum Krystalliſiren an demselben geweckt ist, desto mehr äußert sich am Eise das Calorisiziren als mittheilendes Volumisiziren, verglichen mit dem eigenen Volumisiziren; das heißt, desto mehr wird am Eise die Temperatur erhöht, bei einem angenommenen eigenen räumlichen Verhalten. Daher äußert sich beim Erwärmen des Krystallisationswassers dessen Calorisiziren mehr durch Temperaturerhöhung, als durch eigene Ausdehnung und durch endliches Flüssigwerden; denn am Krystallisationswasser ist, durch dessen innige Verbindung mit den Theilen des Krystalles (z. B. mit den Salzkrystallen), und durch die hierdurch gesteigerte Wechselwirkung zwischen Wasser und Salzkrystall, der Typus zur Krystallisation auf einen höhern Grad geweckt, als an dem frei für sich bestehenden Eise. Daß aber der Typus zum Krystalliſiren an den Flüssigkeiten durch bloße Berührung mit Krystallen geweckt werde, beweist uns die Erfahrung, indem ja Wasser, das einige Grade unter dem Frierpuncte erkältet wird, weit schneller zu Krystallen anschießt, wenn es mit Eisnadeln berührt wird, als wenn dieß nicht geschieht; so wie überhaupt eine Salzlösung sich im Krystalliſiren energischer äußert, wenn Salzkrystalle in dieselbe getaucht werden.

Was wir hier von den zweierlei Aeußerungen des Calorisizirens (vom eigenen und mittheilenden Volumisiziren) rücksichtlich des Eises bemerkt haben, läßt sich auch rücksichtlich des tropfbarflüssigen Wassers behaupten. Wenn ein Moment von Wärmekraft in dasselbe einwirkt, so äußert sich dasselbe hieraus entstehende Calorisiziren am Wasser dadurch, daß es sich ausdehnt und endlich dunstförmig wird, so wie zugleich durch ein erhöhtes mittheilendes Volumisiziren (erhöhte Temperatur). Hier kann das Dunstförmigwerden als eine eigenthümliche Modification des eigenen Volumisizirens (des eigenen räumlichen Verhaltens) betrachtet werden. Nun besteht beim Wasser zwischen der zunehmenden Temperatur und der zunehmenden Ausdehnung auch nicht in allen Fällen einerlei Gesetz; und wir dürfen hier abermals folgendes annehmen: Je höher am Wasser, den jedesmaligen äußern Umständen gemäß, der Typus zur Manifestation des tropfbarflüssigen Zustandes, und hier-

Digitized by Google

durch der Typus zur Contraction (im Gegensatze des Typus zur Expansion, der sich am Dampfe äußert), geweckt ist, desto mehr wird bei übrigens gleichen Umständen, das Calorifiziren des Wassers sich in seinen zweierlei Aeußerungen (als eigenes und mittheilendes Volumifiziren) nach der Seite des mittheilenden Volumifizirens hin wenden, und zugleich weniger nach der Seite des eigenen Volumifizirens hin. Wird daher das Wasser durch äußere Einwirkung mehr zur Contraction bestimmt, so wird es bei einer höhern Temperatur zu sieden*) anfangen, als wenn es frei für sich zu keiner Contraction gestimmt wird. Dieß zeigt die Erfahrung. Wird z. B. Kali in Wasser aufgelöst, wobei das Wasser an seiner Leichtflüssigkeit verliert, einen zähern Zustand annimmt, wobei also der Typus zur Contraction als in einem höhern Grade geweckt erscheint, so wird auch das Wasser erst bei einer höhern Temperatur zu sieden anfangen, als dieß bei destillirtem reinen Wasser der Fall ist. Da auch in gläsernen Gefäßen das Wasser erst bei einer höhern Temperatur verdampft, als in andern Gefäßen, so dürfen wir annehmen, daß das Glas im Wasser den Typus zur Contraction auf eine vorzügliche Weise wecke.

Der Typus zur Contraction wird aber im Wasser nicht bloß durch dynamische Einwirkung anderer Körper (z. B. des Kali, des Glases, ...) auf dasselbe geweckt; sondern auch durch mechanisches Zusammenpressen desselben, z. B. durch erhöhten Lufteindruck über des Wassers Oberfläche; denn es ist bekannt, daß mit dem Barometerstande der Luft über der Wasseroberfläche, auch des Wassers Siedepunct erhöht werde (worüber Schmid, Gerstner, Dalton, Soldner u. s. w. interessante Gesetze mitgetheilt haben).

Wir wollen nun unsere Hauptansichten über das Brennen der Körper vortragen, eine Erscheinung, welche allerdings zu den auffallendsten der Wärme und des Lichts gehört, folglich auch in gegenwärtiger Abhandlung ihren Platz finden muß, da unserm schon oft geäußerten Grundsatze gemäß das Naturstudium, bei Betrachtung der Erscheinungen, jene Ordnung und Verkettung beobachten muß, welche den unbefangen aufgefaßten Erscheinungen selbst, nicht aber gewissen angenommenen Erklärungshypothesen entsprechen. Ich erlaube mir vorläufig folgende Digression.

Wenn die Theorie des Verbrennens in den gewöhnlichen Vorträgen über Naturlehre unter dem Artikel Chemie behandelt wird, so kömmt dieß daher, daß man die (einer klaren

*) Wir verstehen unter dem Sieden einer Flüssigkeit, nach der richtigen Definition Dalton's, jenen Zustand, wobei dieselbe in ihrer ganzen Masse in Dunstform übergeht.

Ansicht der Natur höchst nachtheilige) Methode angenommen hat, die Naturerscheinungen nicht nach diesen Erscheinungen selbst, wie sie sich uns darstellen, zu ordnen, sondern nach den fingirten Hypothesen, die zu deren Erklärung zum Grunde gelegt werden*), und daß man das Verbrennen als eine Ausscheidung des fingirten Wärmestoffs und Lichtstoffs erklärt, welche dann vor sich geht, wenn (wie dieß beinahe allgemein auf eine höchst einseitige Weise bloß auf das Verbrennen im Sauerstoffgase bezogen wird) ein Körper sich mit dem Sauerstoffe aus dem Sauerstoffgase verbindet.

Wenn eine Theorie allgemein angenommen ist, so geht überhaupt das Bestreben mehr dahin, nach derselben alle Facta zu erklären, möge dieß auch durch die erzwungensten Künsteleien geschehen, als die Richtigkeit der Theorie an sich zu prüfen; man setzt sie ohne weitere Untersuchung als richtig voraus (einem eigenthümlichen Hange von Geistesträgheit gemäß, und oft auf die begründete Ansicht gestützt, daß eine falsche Lehre ja nicht so allgemein angenommen seyn könnte) und so wird oft lange Zeit hindurch ein wissenschaftliches Gebäude über falschen Hypothesen aufgethürmt. Glücklicherweise tritt aber endlich ein Zeitpunct ein, wo eine Art von Ekel, von Ueberdruß vor der alten Hypothese entsteht, wo es beinahe unerträglich wird, ganz und gar Alles nach einerlei Weise zu erklären. Dieser Moment führt freilich manches Uebel mit sich, indem dann eine Menge unberufener Reformatoren aufstehen, welche nicht so sehr das Wahre zu suchen, als vielmehr etwas Neues aufzustellen bemüht sind. Allein hier und da zeigen sich dann doch manche der Wissenschaft so gedeihliche Untersuchungen über die durch das Herkommen geheiligten allge-

*) Man lese nur alle unsere mathematischen, physikalischen und chemischen Lehrbücher durch, so wird man finden, daß nicht mit einer Auseinandersetzung der Naturerscheinungen selbst, im schlichten unbefangenen Sinne des wahrhaft Forschenden, der Anfang gemacht werde; sondern sogleich mit den a priorischen Grundprinzipien, aus denen sodann die Wirklichkeit construirt werden soll. Wer, durch Schulweisheit noch nicht entartet, die natürliche Methode befolgt, mit der Betrachtung des Gegenstandes den Anfang zu machen, erst dann über dieselbe nachzudenken, und allenfalls eine derselben entsprechende Erklärung nach Vernunftgründen aus seinem Innern hervorzurufen, der kann gar nicht begreifen, worauf denn die unbedingte Autorität aller jener a priorischen Grundsätze eigentlich beruhe; soll er ja einige Achtung dafür haben, so müßte er sie nur als eine Art höherer Eingebung, als eine Offenbarung durch ein höheres Wesen beteachten. Allein bald möchte er auf Behauptungen stoßen, welche ihn dieser Illusion berauben müßten. So ist z. B. der in der Lavoisierschen Chemie vorkommende Grundsatz nicht wohl begreiflich: Wenn a und b durch chemische Attraction mit einander chemisch verbunden sind, es kömmt c hinzu, und es hat a zu c eine größere Attraction als zu b, so muß sich a mit c verbinden (bis hieher ist alles richtig) und zugleich muß b aus der Verbindung treten (dieser letzte Schluß ist falsch; der richtige Schluß müßte so lauten: Daher wird eine Verbindung aus a, aus b und aus c entstehen, worin a und c unter einander inniger verbunden sind, als b und a, woraus aber nicht folgt, daß b aus der Verbindung treten müsse.)

mein angenommenen ersten Grundprinzipien, und so entsteht denn die Aufdeckung so mancher falschen Prämissen. Dieser Moment scheint bereits für die seit Lavoisier aufgebaute chemische Theorie eingetreten zu seyn, und billig verdienen sowohl die dasselbe Bestreitenden, als die es Vertheidigenden, als ächte Förderer der Wissenschaft erklärt zu werden, in sofern ein unbestochenes Streben nach Wahrheit sie in ihren Debatten leitet.

Die Verbrennungstheorie wird nicht mehr so allgemein nach der Lavoisierschen Ansicht behandelt, und selbst Humphry Davy betrachtet den Gegenstand von einer ganz andern Seite. Verbrennen ist ihm überhaupt jede Erscheinung, wo, durch chemische Wechselwirkung zweier Körper auf einander, Erscheinungen von Wärme, oder zugleich von Wärme und Licht Statt finden, es sey nun Oxygen mit im Spiele oder nicht. Für die Annahme einer Wärmetheorie findet er sich auch nicht mehr geneigt; allein er substituirt derselben eine andere Hypothese, die eben so wenig Grund für sich hat, als die Fiction eines eigenen Wärmestoffs, indem er nämlich die Wärmeerscheinungen als Resultate eigenthümlicher Bewegungen brtrachtet, welche unter den kleinsten Theilchen der Körper vor sich gehen sollen.

Es ist nicht wohl begreiflich, warum die atomistischen Physiker allen Erscheinungen materielle Stoffe unterschieben wollen, da sie doch die Erscheinungen der Bewegung als einen bloßen Zustand der Materie betrachten, und nicht etwa einen eigenen Bewegungsstoff fingiren. Es ist aber eben so unbegreiflich, wenn sie, der fingirten Stoffe müde, alle, auch noch so heterogene Erscheinungen, auf Bewegungen zurückführen wollen, als ob es außer der Bewegung im Raume keine Action mehr geben könnte. Es scheint wahrlich, als kränkelten wir an einer kleinlichen Gründlichkeit, an einer Systemsucht, indem wir die unerfaßliche lebendige Fülle der Naturerscheinungen auf eine bestimmte Gattung von Actionen reduziren wollen, statt vielmehr uns in die Anschauung derselben zu ergießen, in selbiger uns gleichsam zu verschmelzen, und gerade in der unendlichen Vielseitigkeit und Mannigfaltigkeit, in dem Unbegreiflichen und Geheimnißvollen, die höchste Wonne zu empfinden. Sollen wir uns aber von einer solchen, auf ein veraltetes, aller Begeisterung unfähig gewordenes Geschlecht hindeutenden, Stimmung losreißen; sollen wir wieder dahin gelangen, durch den jugendlichen unbefangenen, selbstforschenden Blick das lebendige Gesammtbild der Natur im Geiste zu reflectiren, so gibt es nur ein Mittel hiezu: Wir müssen uns fest überzeugen, daß wir nur ein Glied der ganzen Natur sind, daß wir aber ganz und gar nicht zu Beherrschern, oder wohl gar zu Schöpfern davon uns aufdringen dürfen. Es scheint vielmehr unsere Bestimmung wesentlich darin zu liegen, daß wir betrachten

forſchen, bewundern, aber nur höchſt ſelten, vielleicht nie, errathen, ob wir gleich unaufhörlich zu dem Streben darnach aufgefordert werden.

Nach dieſer Digreſſion wollen wir angeben, wie ſich der hier vorgetragenen Wärmetheorie gemäß die Erſcheinung des Verbrennens interpretiren laſſe.

Die Wärmeerſcheinungen betrachten wir weder als ein Aus- oder Einſtrömen von Wärmeſtoff, noch als gewiſſe Bewegungen der kleinſten Theilchen des warm erſcheinenden Körpers. Was iſt denn nun aber die Wärmeerſcheinung? Worauf ſollen wir ſie reduziren? Als was ſollen wir ſie erklären? Ich dächte, wir thäten am beſten, ſie als das anzunehmen, was ſie iſt; nämlich als eine Action, deren eigentliche Natur und Weſenheit uns gänzlich unbekannt iſt, bei der wir aber nichts deſto weniger beſtimmte Geſetze aus Beobachtungen und aus darauf ſich ſtützenden Folgerungen herleiten können.

Wenn zwei Körper übereinander gerieben werden, ſo entſteht zwiſchen beiden eine Temperatur, welche höher iſt, als jene war, die urſprünglich dem einen oder dem andern beider Körper zukam. Hier erſcheint alſo das Zunehmen der Temperatur als die Aeußerung jenes Streites, in welchem die beiden Körper während ihrer durch die Friction hervorgebrachten Wechſelwirkung auf einander begriffen waren, indem, nach aufgehobener Wechſelwirkung, das Zunehmen der Temperatur ſogleich aufhört. Die Temperaturzunahme iſt um ſo größer, je intenſiver die durch Friction hervorgebrachte Wechſelwirkung unter den Körpern iſt; denn ſie erhitzen ſich um ſo mehr in der Friction, je ſtärker ſie gegen einander gepreßt, je ſchneller ſie über einander gerieben werden, und je rauher, bei übrigens gleichen Umſtänden, die ſich reibenden Oberflächen ſind.

Werden zwei Körper an einander gebracht, welche gegen einander eine große chemiſche Wechſelwirkung zu gleicher Zeit in vielen Puncten der Maſſen äußern können, ſo entſteht zwiſchen beiden Maſſen eine Zunahme der Temperatur, welche oft mit Lichterſcheinungen verbunden iſt. Wird z. B. conzentrirte Schwefelſäure jähling mit Waſſer zuſammengegoſſen, ſo entſteht eine ſehr auffallende Temperaturerhöhung. Uebergießt man reine Bittererde mit Schwefelſäure, ſo geräth das Gemiſch in Glühen, und bricht oft in Flamme aus. Bringt man Phosphor mit Sauerſtoffgas in Verbindung, ſo entſteht zwiſchen beiden Körpern eine mit Lichterſcheinungen verbundene Temperaturerhöhung (der Phosphor brennt) u. ſ. w. Bei allen dieſen Erſcheinungen läßt ſich eine wechſelſeitige Einwirkung von je zwei

Körpern auf einander nicht läugnen, und es erscheint das Zunehmen der Temperatur allenthalben als die Aeußerung des Streites, welcher während der chemischen Wechselwirkung unter den jedesmaligen zwei Körpern Statt findet.

Hiernach dürfen wir folgendes behaupten: Das Verbrennen spricht sich aus, als jene Erscheinung, wo ein Zunehmen der Temperatur, mit oder ohne Lichterscheinungen, zwischen zwei Körpern vor sich geht, welche gegen einander irgend eine Wechselwirkung ausüben. Und da ferner jenes Zunehmen*) der Temperatur (wohl verstanden, das Zunehmen der Temperatur, nicht die Fortdauer der erhöhten Temperatur) so lange dauert, als eine Wechselwirkung unter den Körpern besteht; so läßt sich jenes Zunehmen der Temperatur als die Aeußerung des Streites betrachten, unter welchem die beiden Körper wechselseitig auf einander einwirken. Wird z. B. Holz gegen Holz gerieben, so besteht zwischen den sich reibenden Holztheilchen ein Streit, wornach sie einander wechselseitig verdrängen und zerstören, und zugleich äußert sich dieser Streit als erhöhte Temperatur. Wenn Schwefelsäure und Bittererde gegen einander gebracht werden, so entsteht eine wechselseitige Umstimmung der Typen zur chemischen Action; die ursprünglichen chemischen Actionen a und b (der von einander getrennten Schwefelsäure nnd Bittererde) werden in jene a′ und b′ umgestimmt, unter welchen jene Harmonie besteht, welche unter dem chemischen Accorde erscheint, den wir an dem chemischen Verhalten des Bittersalzes wahrnehmen; bis es aber zu jener Umstimmung von a zu a′, und von b zu b′ gekommen ist,

*) Wenn eine Kohle glüht, so äußert sie zwar während der ganzen Zeit ihres Glühens eine und dieselbe Temperatur, nichts desto weniger geht aber hier ein unausgesetztes Zunehmen der Temperatur vor sich, indem ja beständig neue Theile der Kohle in den Zustand des Glühens versetzt werden, und zwar, nicht dadurch, daß die schon glühenden in kohlensaures Gas übergehenden Theile, durch ihren Verlust am Calorisiziren, die neuern Kohlentheile in den Zustand des Glühens versetzen: denn wenn gleich das kohlensaure Gas eine geringere Temperatur nach seiner Entbindung aus der Kohle äußert, als die Kohlentheile, welche erst mit dem Sauerstoffe in Wechselwirkung treten, so muß dieß nicht dafür angesehen werden, als ob die neuen in Glut versetzten Kohlentheilchen auf Unkosten des Calorisizirens am entfliehenden kohlensauren Gase, am Calorisiziren zunehmen möchten, indem letzteres bloß darum an Temperatur verliert, weil es sich ausdehnt, das heißt, indem an der Kohlensäure das Calorisiziren sich mehr als eigenes Volumisiziren, denn als mittheilendes Volumisiziren, von dem Augenblicke an äußert, wo die Kohlensäure, von der glühenden Kohle getrennt, als kohlensaures Gas entweicht. Das unausgesetzte Zunehmen der Temperatur erfolgt also hier zwischen den unaufhörlich gegen einander tretenden neuen Kohlen- und Sauerstofftheilchen. Wie dieses Zusammentreten aufhört, hat auch die Temperaturerhöhung ein Ende (wie die Kohle vom Sauerstoffgase isolirt wird, verlischt sie augenblicklich), wenn gleich die erhöhte Temperatur der Kohle (deren erhöhte Fähigkeit zum mittheilenden Volumisiziren) auch noch weiterhin fortdauert.

Digitized by Google

beſtand fortwährend zwiſchen Schwefelſäure und Bittererde ein Streit, welcher ſich durch, mit Leuchten verbundenes, Zunehmen der Temperatur manifeſtirt (das Gemiſch geräth in Glühen, welches ſo lange fortdauert, als die wechſelſeitige Umſtimmung der Typen zur chemiſchen Action). Eben ſo äußert ſich beim Stoße zwiſchen zweien Körpern der Streit während des Stoßes, durch den Druck, welcher zwiſchen beiden Körpern beſteht; dieſer Druck dauert ſo lange, als die mechaniſche Wechſelwirkung unter beiden Körpern.

Digitized by Google

Geiſt der hier vorgetragenen Wärmetheorie.

Hier werden bloß die Aeußerungen des eigenen und mittheilenden Volumiſiziſirens (im Suborganiſchen und gegen daſſelbe) betrachtet, da die übrigen Aeußerungen des Caloriſiziſirens dem Kalkül nicht unterliegen. Caloriſiziſiren iſt ein bloßer Zuſtand, wie Mechaniſiziſiren. Wenn im Körper a der Typus zum Mechaniſiziſiren auf einen beſtimmten Grad geweckt iſt, ſo mechaniſizirt er bis auf einen entſprechenden Grad; wenn im Körper a der Typus zum Caloriſiziſiren auf einen beſtimmten Grad geweckt iſt, ſo caloriſizirt er bis auf einen entſprechenden Grad. Mechaniſiziren äußert ſich durch eigenes und mittheilendes Motuiſiziren; und Caloriſiziſiren äußert ſich durch eigenes und mittheilendes Volumiſiziren (bei elaſtiſchen Flüſſigkeiten durch Streben nach eigenem Volumiſiziren).

Geſetz der Trägheit am Caloriſiziſiren. Jede Veränderung am Caloriſiziſiren iſt einer Wärmekraft zuzuſchreiben, die hier bloß der Quantität nach betrachtet wird.

Ueber die Werthe +, —, o, an mechaniſcher Kraft und Wärmekraft, am mittheilenden Motuiſiziſiren und Volumiſiziſiren, am eigenen Motuiſiziſiren und Volumiſiziſiren.

Das mittheilende Volumiſiziſiren, eine bloße Fähigkeit, geht in wirkliche Ausübung immer nur auf Unkoſten des eigenen Volumiſiziſirens über.

Bewegende und beſchleunigende Kraft. Totale und auf Maſſeneinheit ausfallende Wärmekraft.

Das Incrementum des unmittelbaren Caloriſiziſirens, das nicht ſelbſt wahrgenommen wird, iſt dem (daſſelbe veranlaſſenden) Momente der Wärmekraft proportional.

$$C_x = A \int p_x \, dt.$$

Wir betrachten unter den Aeußerungen des unmittelbaren Caloriſiziſirens bloß das eigene und mittheilende Volumiſiziren.

Einerlei Grad des mittheilenden Volumiſiziſirens deutet auf einerlei Grad des unmittelbaren Caloriſiziſirens (jedoch unter gewiſſen Beſchränkungen); dieſe Regel weniger allgemein beim eigenen Volumiſiziren.

Wenn durch C_x die Temperatur des M von τ_x Graden auf τ Grade steigt, so drücken wir die Relation zwischen dem Incremente am unmittelbaren Calorifiziren oder zwischen dem Momente der Wärmekraft, und zwischen dem mittheilenden Volumifiziren (rücksichtlich M gegen m) aus, durch die Gleichung zwischen C_x und $f(\tau - \tau_x)$.

Diese Gleichung durch Versuche am calorimetrischen Apparate, und durch Interpoliren suchen. Normalmasse Q von Normaltemperatur T, nach einander mit Massen $q' q'' \ldots q_x$, von Temperatur $\tau' \tau'' \ldots \tau_x$ mischen, wodurch allemal die gemeinschaftliche Temperatur τ entsteht ($\tau < T$, $\tau > \tau' > \tau'' > \ldots \tau_x$)

In allen diesen Fällen einerlei Moment der Wärmekraft $= f_x(d_x) - f_x(o) = N$, also in allen diesen Fällen auf Masseneinheit ausfallende Momente der Wärmekraft $= \frac{N}{q'}$

dann $= \frac{N}{q''}$, dann $\ldots\ldots = \frac{N}{q^x}$

Wenn q_x von τ_x Graden auf τ Grade erwärmt wird, und hierdurch das Volum von q_x und $\varphi(\tau - \tau_x)$ seines ursprünglichen Volums wächst, so ist:

$$A\,[f_x(d_x) - f_x(o)] = B\,[A\,(f_x(d_x) - f_x(o)) - \varphi(\tau - \tau_x)\, w_x\, q_x].$$

Tabellarische Uebersicht der zusammengehörigen Functionen, die sich auf die Temperaturzunahme am Calorimeter beziehen.

Im Folgenden werden die Ausdrücke bestimmt: $\frac{N}{\psi(\tau - \tau_x)}$, $\varphi(\tau - \tau_x)$, $f(\tau - \tau_x)$, und w_x.

Aus eigenen Versuchen erhielt ich: $= \frac{N}{\psi(\tau - \tau_x)} = \frac{N}{(\tau_x + 5)\,g}$

Ausdehnung fester Körper, nach Lavoisier und Laplace. Sonderbare Bemerkungen hierbei.

Ausdehnung der Gase und Dämpfe, nach Gay Lussac und Dalton.

Ausdehnung tropfbarer Flüssigkeiten, nach Biot. $f(\tau - \tau_x) = G \,.\, (\tau - \tau_x) \,.\, \frac{V}{Q}$,

$$\varphi(\tau - \tau_x) = \frac{a(\tau - \tau_x) + b(\tau^2 - \tau_x^2) + c(\tau^3 - \tau_x^3)}{1 + a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3}, \quad w_x = \frac{1 + a\,\tau_x + b\,\tau_x^2 + c\,\tau_x^3}{\gamma}$$

Digitized by Google

Moment der bedingenden Kraft bei Erwärmung von y° auf $(y+\Delta y)^\circ$.

Um Masse M von a° auf y° zu erwärmen, erforderlich ein Moment der Wärmekraft $Z = \frac{M \cdot N}{\psi(\tau - a)} - \frac{M \cdot N}{\psi(\tau - y)}$.

Einwürfe gegen den Eiscalorimeter des Lavoisier und Laplace.

Näher bestimmter Ausdruck für Wärmemoment und Brennstoffquantität, um M von a° auf y° zu erwärmen. Interessante Resultate hieraus, rücksichtlich der niedrigern und höhern Temperaturgrade. Verfertigung eines ächten Thermometers. Parallele zwischen Mechanisiren und Calorisiren.

Gleichungen zwischen Moment der bedingenden Kraft und Temperaturerhöhung.

Gemeinschaftlicher Wärmegrad y, entstehend aus Zusammengießen zweier gleichartiger Flüssigkeiten von verschiedener Temperatur, folgt aus

$$\psi(\tau - y) = \frac{\psi(\tau - a) \cdot \psi(\tau - a')\,(M + M')}{M \cdot \psi(\tau - a') + M' \cdot \psi(\tau - a)}.$$

Abkühlen eines Körpers, und zugleich Erwärmen des ihn umgebenden Mittels, deutet auf wechselseitige Umstimmung des Typus zur Wärmeaction hin. Abkühlen in unbegrenzten Mitteln.

Mehr oder weniger Analogie mit dem Stoße, je nachdem unelastische oder elastische Körper.

$\log . (\mathfrak{T} - t_o) = \log . (\mathfrak{T}_o - t_o) - A \cdot t$, Gleichung zwischen Temperatur des abkühlenden Körpers oder zwischen Abkühlungsperiode und zwischen Wärmekraft, welche diese Abkühlung bewirkt.

Erscheinungen der Wärmeaction in Distans; der sogenannten strahlenden Wärme. Wir nennen sie ein lumicalorisiren. Hier treten die Gesetze des Lumisirens und Calorisirens zugleich hervor. Lumisiren mit oder ohne Lichterscheinung.

Das Calorisiren nimmt ab durch Ausübung des mittheilenden Volumisirens; das Lumisiren erleidet durch Ausübung des mittheilenden Lumisirens keine Veränderung. Eben so erschöpft sich durch Ausüben des Gravitirens der Körper nicht in der Action des Gravitirens.

Eine Digreſſion über eine vergleichende Charakteriſtik des Lumiſizirens und Gravitirens. Gravitationsgeſetz a priori entwickelt.

Unausgeſetztes Erwärmtwerden und Beleuchtetwerden unſers Planeten durch Sonne (Antagonismus ....).

Tiefe Bedeutung der Ausdrücke: Licht der Erkenntniß; Wärme des Gefühls.

Entfaltung einiger verborgenen Beziehungen zwiſchen den Erſcheinungen am Calorifiziren und jenen am Mechaniſiziren.

Vorläufige Bemerkungen über die Vortheile und die Methode, den Geiſt aus Newtons analytiſcher Dynamik auf alle Erſcheinungen überzutragen.

Unmittelbares Calorifiziren und Mechaniſiziren, nicht gerade deren Manifeſtationen, das eigene und mittheilende Volumiſiziren, das eigene und mittheilende Motuiſiziren, ſind dem Momente der Wärmekraft und jenem der mechaniſchen Kraft proportional.

So wie an zweien, in mechaniſcher Wechſelwirkung ſtehenden Körpern, das eigene und mittheilende Motuiſiziren ſich beiderſeits ändert; eben ſo ändert ſich an zweien in calorifizirender Wechſelwirkung ſtehenden Körpern, beiderſeits das eigene und mittheilende Volumiſiziren (wechſelſeitiges Abkühlen und Erwärmen).

Eigenes und mittheilendes Motuiſiziren, und eben ſo eigenes und mittheilendes Volumiſiziren, werden vermindert nicht bloß durch wirklich erfolgtes mittheilendes Motuiſiziren und Volumiſiziren, ſondern auch durch bloße Manifeſtation des Strebens darnach.

Die Manifeſtationen des Mechaniſizirens und Calorifizirens in A nehmen beſtändig ab, ſo lange B auf A bewegungsvermindernd oder abkühlend einwirkt; jenes Abnehmen hört auf, ſobald des B Einwirkung aufhört, aber die Abnahme ſelbſt dauert fort (wird nicht wieder erſetzt).

Wenn B auf A bewegungsvermindernd, aber nicht mechaniſch einwirkt, und eben ſo B auf A volumsmindernd, aber nicht abkühlend einwirkt, u. ſ. w.

Erſteres iſt unmöglich, hingegen iſt letzteres möglich, u. ſ. w.

Tabellariſche Ueberſicht obiger Zuſammenſtellungen.

Erhöhen der Temperatur durch Zuſammenpreſſen u. ſ. w.

Die eigenthümliche Beſchaffenheit der Körper bedingt ſowohl beim Mechaniſiziren als beim Calorifiziren, die Energie in der Wechſelwirkung.

Digitized by Google

Mancherlei Temperaturerscheinungen hiernach begreiflich, wo eben so wenig eines Wärmestoffes als eines Bewegungsstoffes erwähnt wird.

Motuometer, Motuoskop, Thermometer, Thermoskop, Bewegungstemperatur.

Dynamische Erklärung der Ruhlandischen Versuche, und des verschiedenen Wärmegefühls bei einerlei Temperatur.

Sogenannte Wärmekapazität, und deren eigentliche Bedeutung.

Zweierlei Körper von gleichen Massenantheilen erlangen, durch einerlei Moment der Wärmekraft, verschiedene Incremente an Temperatur; und eben so erlangen zweierlei Körper von gleichen Massenantheilen, durch einerlei Moment der mechanischen Kraft, verschiedene Incremente am Vermögen, die Bewegung eines dritten Körpers umzuändern.

Gebundener Wärmestoff, zur Erklärung eben so unnütz, als gebundener Bewegungsstoff.

Was Wärmeleitung nach unserer dynamischen Wärmetheorie sey.

Wärmeleiter, Bewegungsleiter.

Temperatur irgend eines Punctes an einer Stange, welche an dem einen Endpuncte erhitzt wird, nach eingetretenem Beharrungsstande:

$$T = t_0 + G \cdot 10^{\frac{-x}{\log.nat.10}\sqrt{\frac{A}{a}}} + H \cdot 10^{\frac{x}{\log.nat.10}\sqrt{\frac{A}{a}}}$$

Wenn an Flüssigkeiten der Typus zur Contraction durch äußere Umstände höher geweckt ist, so neigt sich die Aeußerung des Calorisizirens mehr nach der Seite des mittheilenden Volumisizirens, als nach der Seite des eigenen Volumisizirens hin.

Verbrennungstheorie nach unserer dynamischen Ansicht der Wärmeerscheinungen. Manche kritische Nebenbemerkungen über die Methode des Naturstudiums.

Digitized by Google

Zuſammenſtellung einiger Hauptmomente

aus der

Geotomie, Phytotomie und Zootomie

oder aus der ideell angeſchauten

vergleichenden Anatomie

an der

Ird- Pflanzen- und Thier-Gruppe unſeres Planeten

ferner:

über die Methode in der Biologie überhaupt

und namentlich über die Anwendung der Mathematik

bei der

Interpretation der Lebenserſcheinungen, und bei Feſtſetzung ſolcher Erſcheinungen; erläutert durch die Betrachtung der Hahnemanniſch-Homöopathiſchen Heillehre.

Zweiter Nachtrag

zu dem Werke:

Skizzen zu einem Geſetzbuche der Natur

vom

Grafen Georg von Buquoy.

Neue Auflage.

Leipzig,
bei Breitkopf und Härtel.
1826.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorerinnerung.

Dem Werke: Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur ..... vom Grafen Georg v. Buquoy, Leipzig 1817 bei Breitkopf und Härtel, werden von Zeit zu Zeit Nachträge folgen, bei welchen die Seitenzahlen jenes Werkes fortlaufen werden. Diese Nachträge sollen vorzüglich Erläuterungen einzelner kurz gefaßter Sätze in dem erwähnten Werke, so wie einzuschiebende Sätze und Berichtigungen enthalten, welche die Fortschritte der Wissenschaft nothwendig machen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Zusammenstellung einiger Hauptmomente

aus der

Geometrie, Phytotomie und Zootomie

oder aus der ideell angeschauten

vergleichenden Anatomie

an der

Ird- Pflanzen- und Thier-Gruppe unseres Planeten,

mit vorzüglicher Rücksicht auf die Herren

Charpentier, Kieser, Carus und Weber.

(Als Erweiterung der Lehre vom Anatomismus und Plasticismus an unserem Planeten, Seite 19 bis Seite 80 in dem Werke: Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur.....)

Digitized by Google

Geotomie.

Wir haben schon in dem Werke Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur.... den Anatomismus und Plasticismus sowohl überhaupt, als am Anorganischen, an der Pflanzen- und Thier-Welt insbesondere, abgehandelt. Hier soll ein Mehreres über diesen unerschöpflichen Gegenstand sinniger Naturanschauung gesagt werden, wobei wir uns sogleich nach der anorganischen Seite der Natur hinwenden, an der sich das Leben beinahe bloß auf Anatomismus und Plasticismus zu beschränken scheint, und zwar insbesondere nach der unbelebt erscheinenden Irdmasse unsers Planeten.

Einzeln in kleinen Theilchen zerstreut im Gestein gefundene Erzarten sind vorzüglich:

1. Gemeiner Schwefelkies, im Gneus, Sienit, Porphyr, Thon- Glimmer- Hornblende- Chlorit- Alaun-Schiefer, Basalt, Kalkstein; selten im Granit, nie im Porphyrschiefer und Sandsteine.

2. Zinnerz in Granitlagern oft sehr häufig eingemengt, z. B. unweit Altenberg, wo Granit bergmännisch gewonnen, und daraus Zinn geschmolzen wird.

3. Bleiglanz und grauer magnetischer Eisenstein, in Gneus, seltner in Granit.

4. Gediegen Silber und Gold im Granit u. s. w.

Erzarten, welche vom übrigen erzlosen Gebirgsgesteine sich unterscheidende Schichten und Lager bilden:

1. Silber- Blei- Kupfer-Erz, vorzüglich aber Zinnerze im Granit, auch Zinnerze im Gneus.

2. Bleiglanz und Magneteisenstein in weißen körnigen Kalksteinlagern, aber nie in den mit diesen Kalksteinlagern abwechselnden Schichten von Gneus, Glimmer und Hornblendeschiefer, u. s. w.

Digitized by Google

Erzarten, welche Erzlager bilden, nämlich von Erztheilchen so reich und innig durchdrungene Schichten und Lager, daß diese durchaus aus Erz zu bestehen scheinen, welche allemal mit und zwischen Gebirgsgestein liegen, einerlei Neigung mit dessen Schichten und Lagern haben, und sie durchschneiden.

1. Schwefelkies in Gneus, Glimmer- und Thon-Schiefer.

2. Grauer körniger dichter Magneteisenstein im Gneus- Glimmer und Thon-Schiefer.

Erzarten, welche aus mehrerlei Erzen bestehende Erzlager bilden:

Dichter reiner Eisenstein mit rothem Eisensteine Kupfer- Schwefel-Kies.

Erzarten, welche mehrere unter einander liegende, aus verschiedenen Erzen bestehende, nicht durch Schichten des Gebirgsgesteines, sondern bloß durch gewöhnliche Flözklüfte getrennte Erzlager bilden:

Klarschuppiger Bleiglanz mit Kupfer- Schwefel- magnetischem Eisen-Kies im Glimmerschiefer.

Erzarten, welche einem großen zusammenhängenden Theile eines Gebirges in allen seinen Schichten und Gesteinlagen durchaus beigemengt sind, oft so innig und fein, daß dies mit freiem Auge nicht sichtbar wird.

Zinnerz mit Kupfererz, Rotheisensteine, Eisenglanz, gediegenem Wismuth, Arsenik, Schwefel-Kies, Wolfram, Wasserblei; gewöhnlich im grobkörnigen Granit, Porphyr, und einer aus Quarz, Thon, etwas Feldspath und Glimmer zusammengesetzten Steinart.

Die erzhaltenden Schichten und Lager des Gebirgsgesteins nehmen keine durch das ganze Gebirge ausdauernde regelmäßige bestimmte Form an, sondern verlieren sich keilförmig in die sie umgebenden Steinschichten, oder gehen durch unmerkliche Abnahme der eingemengten Erztheilchen in das unhaltige Gebirgsgesteine über.

Alle Erzlager sind mit Bestandtheilen des Gesteines gemischt, freilich oft so innig, daß sie durchgehends aus Erz zu bestehen scheinen.

Die Gänge sind nach der Richtung ihres Streichens und Fallens gleichsam in einzelne, an einander liegende Lagen, Ganglagen, getheilt.

Mehrere dieser Ganglagen bestehen aus dem Gebirgsgestein selbst, andere aus besondern Gesteinarten und Erzen, sie bilden eigene Gangarten und Erzarten.

Die aus Gang- und Erzarten bestehenden Ganglagen eines Ganges gehen oft in einander über, wohl auch in jene Ganglagen, die aus bloßem Gebirgsgestein bestehen (der Gang keilt sich aus); oder, sie verlieren sich auf einmal, wenn sie von ähnlichen Gangklüften und Ganglagen durchschnitten werden (der Gang hat sich abgeschnitten), oder .....

Häufig finden sich mitten unter den Ganglagen einzelne Stücke des Gebirgsgesteines, die an mehreren Seiten ihrer Oberfläche genau begränzt, an den übrigen aber, mit den

ſie umgebenden Gangarten ſo innig verbunden, und unter ſo allmächtigem Uebergange im innern Gefüge erſcheinen, daß ſie nicht als einſtmalen abgeſondert geweſene, in die Gangmaſſe eingefallenen Stücke anzunehmen ſind *).

Die Gänge ſtehen im Allgemeinen nicht ſeiger; ſondern ſind größtentheils gegen den Horizont geneigt.

Das Streichen und Fallen der Gänge hat mit der äußern Geſtalt der Gebirge und mit dem Laufe der Thäler keinen Zuſammenhang.

Gänge durchſchneiden die Geſteinlager oder Schichten des Gebirgsgeſteines; da hingegen Erzlager und andere Lagerſtätten der Foſſilien eine mit den Geſteinlagern gleichlaufende Lage haben.

Gänge werden von Flözklüften (Spaltungen, die das Gebirgsgeſtein in Lager und Schichten abtheilen) durchſchnitten, ſo, daß jedem Geſteinlager oder jeder Steinſchicht ein eigener Theil des Ganges zugehört. Es ſcheint, daß jeder ſolcher Theil eines Ganges rückſichtlich ſeines Erzgehaltes von dem Geſteinlager abhänge, welchem jener Theil zugehört.

Oft finden ſich die durch Flözklüfte abgeſonderten Theile des Ganges aus der Normallage des Ganges verſchoben, ſowohl dem Streichen, als Fallen nach.

Selten iſt ein Gang gänzlich aus Ganglagen von einerlei Gangart und einerlei Erzart zuſammengeſetzt, auch bleibt eine ſich beſonders auszeichnende Ganglage ſelten von einerlei Beſchaffenheit in der ganzen Ausdehnung des Ganges.

Oft erſcheint ſogar die Maſſe der Gang- und Erzarten, als ein unordentlich zuſammen verbundenes Ganze, vorzüglich an jenen Stellen, wo die Gangart für ſich, oder die Erzart für ſich, umgemengt vorkommen; allein auch hier findet ſich bei genauerer Unterſuchung die Abſonderung in Ganglagen dennoch durch kaum merkbare Gränzlinien, die theils gekrümmt, theils grade fortlaufen, auch öfters in einerlei ſpitzen Winkel zu mehreren zuſammenlaufen; dergleichen Ganglagen hangen gewöhnlich ſehr ſtark unter einander zuſammen.

Die in Gängen vorkommenden; als durch Trennung der Ganglagen gebildet erſcheinenden Druſen, gewöhnlich von unregelmäßiger Geſtalt, ziehen ſich vorzüglich nach dem Streichen und Fallen der Ganglagen, durchſchneiden dieſelben nicht in der Quere, außer vielleicht bei horizontal liegenden Ganglagen.

---

*) Als der Bildungstypus in dem urſprünglichen Gebirgsgeſteine dahin geweckt ward, wornach jene Gang- und Erzarten in beſtimmten Strecken entſtehen konnten, ſo mochte in einzelnen Theilen dieſer in Umbildung begriffenen Maſſe jener Bildungstypus nicht geweckt worden ſeyn, und ſie blieben daher in ihrer urſprünglichen Form als Gebirgsgeſtein. Eben ſo beſtehen bei einer vibrirenden Saite einzelne Schwingungsknoten, in welchen der Bewegungstypus nicht geweckt iſt, ob er es gleich in der übrigen Maſſe der Saite iſt. So ließe ſich allenfalls obige Erſcheinung nach einer dynamiſchen Naturanſicht interpretiren.

Die innern Druſenwände ſind entweder mit Kryſtallen, aus der Maſſe der ſie einſchließenden Ganglagen beſetzt, wo die Endſpitzen der Kryſtalle gegen einander gerichtet ſind; oder die Druſenwände erſcheinen mit Kryſtallen verſchiedener Gang- und Erzarten beſetzt, oder mit Schalen überzogen.....

Die Gang- und Erzarten ſtellen ſich auf den Druſenkryſtallen oft unter ſolchen Geſtalten dar, die man bei einer herabträufelnden ſtockenden Maſſe wahrnehmen kann; ſie erſcheinen aber auch oft wie ein auf die Flächen der größern Druſenkryſtallen hingewehter Staub, wobei oft bloß die nach einerlei Gegend gekehrten Seitenflächen der Kryſtalle damit bedeckt ſind. (Ein Analogon der Erſcheinung am magnetiſirten Eiſen, das eine beſtimmte Lage auf die Weltgegenden hin bezogen annimmt).

Das Vereinigen mehrerer Gänge, welches ein Durchſchneiden Durchkreuzen oder aber ein Durchfallen genannt wird, geſchieht entweder nach dem Streichen oder nach dem Fallen.

Sowohl beim Durchſchneiden als beim Durchfallen erſcheint eine Veränderung in der Lage der Gänge, ferner in der Maſſe und Beſchaffenheit der Ganglagen.

Aus dem Verhalten zweier Gänge bei einem ihrer Durchſchnitte läßt ſich nicht auf ein gleiches Verhalten in mehreren unter oder über einander gelegenen Durchſchnitten ſchließen.

Wenn Gänge, aus ihrem urſprünglichen Gebirgsgeſteine, verſchiedenartige Gebirgsgeſteinlager, durchſetzen, ſo erſcheinen die Gänge verändert, wenigſtens rückſichtlich der Beſchaffenheit, Lage und Geſtalt der Ganglagen, wenn auch die Gänge öfters ihr urſprüngliches Streichen und Fallen unverändert beibehalten.

Der ein Gebirgsgeſteinlager durchſetzende Gang, ſcheint auf jenes einzuwirken, indem die an beiden Seiten des Ganges gränzende Geſteinmaſſe, wenn ſie ausgehauen wird, gewöhnlich leichter verwittert, und zerklüftet, als die übrige entferntere Geſteinmaſſe, wenn gleich dem äußern Anſehen nach oft zwiſchen beiderlei Geſteinmaſſen kein Unterſchied zu bemerken iſt.

Auch iſt das am Hangenden und Liegenden angränzende Gebirgsgeſtein öfters auf beträchtliche Diſtanzen nach dem Streichen und Fallen des Ganges, mit Erztheilchen gemengt und angefüllt.

Nicht nur in ganzen (mehrere Meilen von einander) entfernten Gebirgsdiſtrikten, ſondern auch in einzelnen Theilen der Gebirge, wo mehrere Gänge in einerlei Gebirgsgeſtein in geringen Diſtanzen von einander liegen, beſteht oft unter den Gängen jene beſondere Auszeichnung, wornach bei gleichen Beſtandtheilen in den verſchiedenen Gängen, die Stücke ſich von einander unterſcheiden, durch eigene kleine Abweichungen in der Kryſtalliſation, Farbe, und in mehreren kleinen Nüançen im Ganzen zuſammengenommen.

Die sich kreuzenden, und überhaupt eine verschiedene Lage gegen einander behaupteten Gänge, sind öfters rücksichtlich ihrer Gang- und Erzarten gänzlich von einander verschieden.

Taube Gänge, die nicht als Lagerstätte der Erze zu betrachten sind, haben übrigens alle Eigenschaften der erzführenden Gänge. Ihre gewöhnlichsten Gangarten bestehen aus Quarz, wenigem Schwerspathe und Kalkspathe, aus weichem Thone, oder gar aus einer Gesteinart, die gewöhnlich die Masse ganzer Gebirge ausmacht, z. B. aus Granit im Glimmer- und Thonschiefer-Gebirge, oder aus feinkörnigem Granit im grobkörnigen Granitgebirge.

Nicht bloß der geschichtete Granit, der oft merkwürdige Beispiele von regelmäßiger Schichtung liefert, sondern auch der dem äußern Ansehen nach nicht geschichtete, bloß körnige Granit, mag eine nach einer bestimmten Richtung geordnete Lage seiner Bestandtheile haben, wie sich dies beim Spalten und Behauen des Granits zeigt.

Phytotomie.

Wir gehen nun über von der Betrachtung des Anatomismus und Plasticismus an der Erd-Masse unſeres Planeten, zu der Unterſuchung, nach welchen Modalitäten dieſelbe Action der Natur an der Pflanzenwelt unſeres Planeten hervortrete, in welcher letztern ſich die reproduktive Sphäre, das automatiſche Bewegungsſyſtem, vorherrſchend ausſpricht.

Bei unvollkommneren Pflanzen beſtehen kleinere ellipſoidiſche Zellen, bei vollkommneren, größere dodekaedriſche Zellen.

Die im Pflanzenſafte vorkommenden Körner ſcheinen dieſelbe Bedeutung zu haben, als die Excremente bei Thieren.

Der Nahrungsſaft iſt in den Intercellulargängen enthalten.

Zu den eigenen, als Excremente ausgeſchiedenen Säften gehören: Tabaſchir aus den Knoten des Bambos arundinacea, wachsähnliches Concrement auf den Früchten der Myrica cerifera; Manna von Frotinus Ornus; blauer Reif (Pruina) auf den meiſten fleiſchigten Früchten.

Die Luftzellen kommen am häufigſten im Stängel und in den Blättern vor, häufiger bei Monocotyledonen als bei Dycotyledonen. Sie ſind vorzüglich den Waſſerpflanzen eigen; regelmäßiger in Blättern als im Stängel.

Die Spiralgefäße finden ſich vorzüglich in den höhern edlern Theilen der Pflanze, bei niedern Pflanzen bloß in den Fructifikationstheilen.

Die Spiralgefäße ſtellen dar, ihrem Verlaufe nach, die Baſis und den idealen Centralpunkt (Centralformation) der vegetabiliſchen Organiſation, um welche alle übrigen Bildungen ſich anlegen. Sie erſcheinen aber auch urſprünglich als ſolche, und ſind nicht eine Metamorphoſe anderer Elementarorgane; ſie treten daher als Baſis der vegetativen Formation auf, ſowohl rückſichtlich des Raumes als der Zeit. Jedes Spiral-

gefäßbündel beſteht aus Spiralgefäßen und langgeſtreckten Zellen. Die Zahl der Spiralgefäße eines Bündels iſt bei den Dycotyledonen größer als bei den Monocotyledonen. In den Monocotyledonen und einjährigen Dycotyledonen, erſcheinen größere Spiralgefäße nach Außen, kleinere nach Innen; das Gegentheil beſteht in den Jahresringen des Holzes. Die Spiralgefäßbündel ſtehen bei den Monocotyledonen zerſtreut im Stamme, hingegen bei den Dycotyledonen in Kreiſen, ſo wird das Parenchym als Rinde nach Außen, nach Innen als Mark ausgeſchieden. In der jüngern Pflanze ſteht die Zahl der Spiralgefäßbündel in beſtimmtem Verhältniſſe zur Zahl der Staubfäden.

Es laſſen ſich drei Stufen der Ausbildung am Spiralgefäße wahrnehmen: 1. Einfach ringförmig, in niedern ganz krautartigen Pflanzen und Pflanzentheilen; 2. netzförmig in ältern Theilen der Monocotyledonen; 3. porös in höhern Dycotyledonen. An den poröſen Spiralgefäßen liegen die Poren regelmäßig reihenweiſe neben einander, größtentheils horizontal, ſelbſt an jenen Spiralfaſern, die ganz ſchräge laufen. Roſenkranzförmige Spiralgefäße beſtehen in Knoten des Stammes, in Knoten der Wurzeln....

Man bemerkt einen Uebergang von den einfachen zu den netzförmigen, von dieſen zu den poröſen Spiralgefäßen, wenn man von den Acotyledonen zu den Monocotyledonen, von dieſen zu den Dycotyledonen übergeht; eben ſo, wenn man an einerlei Pflanze der Dycotyledonen von den jüngern zu den ausgebildetern Theilen übergeht, ſo daß in einerlei Pflanzentheil, die Spiralgefäße als einfache beginnen, und durch Metamorphoſe in netzförmige, dann in poröſe übergehen.

Der Holzkörper der Zapfenbäume hat bloß in ſeinen krautartigen Theilen nahe am Marke, Spiralgefäße; übrigens ſtatt Spiralgefäßen und langgeſtreckten Holzzellen, bloß poröſe Zellen.

Die Epidermis iſt ein aus zarter Membran gebildeter, mit Poren, lymphatiſchen Gefäßen, Drüſen, Haaren verſehener Ueberzug der krautartigen Theile, wo vollkommenes Zellengewebe beſteht.

Die lymphatiſchen Gefäße der Epidermis mögen regelmäßige Figuren bildende Kanäle ſeyn, welche von den Poren der Epidermis entſpringen, und in die Intercellulargänge der in den Blattnerven befindlichen, (die Spiralgefäße begleitenden) langgeſtreckten Zellen ausmünden. Poren der Epidermis ſind im Allgemeinen bei Pflanzen mit Spiralgefäßen.

Aus dem Baue der äußern Organe ſcheint folgendes Geſetz nachgewieſen werden zu können. In den niedern äußern Organen prädominirt das niedere anatomiſche Syſtem; in den höhern äußern Organen prädominirt das höhere anatomiſche Syſtem; bei der fortſchreitenden Metamorphoſe in den Bildungen der äußern Organe, beſteht auch eine fortſchreitende Metamorphoſe in den Bildungen der Elementarorgane derſelben. Ferner ſcheint es, daß ſich die äußern Theile einer Pflanze ſo zuſammenſtellen laſſen, daß je

Digitized by Google

drei derselben den Gegensatz und die Indifferenz, z. B. Gegensatz zwischen Wurzel und Stamm, Indifferenz am Wurzelstocke; Gegensatz zwischen Knoten und Blatt, Indifferenz am Stängel; Gegensatz zwischen Blattoberfläche und Blattunterfläche, Indifferenz am Blattstängel; Gegensatz zwischen männlichem und weiblichem Organe der Blume, Indifferenz am Saamenkorne; Gegensatz zwischen plumula und radicula am Saamen, Indifferenz am Keime; u. s. w.

Knollen, Knospen, Zwiebeln und Saamen, sind verwandte Theile der Pflanze. Der Knollen entsteht da, wo Knotenbildung vor Stängelbildung überhand genommen; die Knospe entsteht auf ähnliche Weise; jedoch trägt der Knollen, als Wurzelprodukt, den Typus der niedern, hingegen die Knospe, als Stammprodukt, den Typus der höhern Bildung. Die Zwiebel ist eine Seitenknospe der Wurzel; sie ist vollkommner und individualisirter als die Knospe, steht zwischen Knospe und Saamen; auch giebt es Uebergangsformen zwischen Zwiebel und Saamen. Der Saame mag als die mit größerer Ausbildung der Pflanze mehr nach Innen gedrängte, individualisirter dargestellte, selbstständig lebende Knospe betrachtet werden; er erscheint als die zum Knoten zurückgedrängte Pflanze.

Der niedere oder höhere Standpunkt, welcher dem Saamenkorne entspricht, sowohl rücksichtlich seiner Art, als rücksichtlich seiner Bildungsperiode, spricht sich durch das kleinere oder größere Verhältniß des Embryo zum Albumen aus (bei unvollkommnen Pflanzen keine Spur eines Embryo, Embryo der Farrenkräuter kleiner Punkt, eben so bei Najaden; bei Gräsern füllt Albumen den größten Theil des Saamenkorns aus..... eben so bei Palmen; bei höhern Pflanzen bilden sich außer radicula und plumula noch die Cotyledonen, aber immer noch erscheint Albumen, bis endlich bei den vollkommensten Pflanzen das Saamenkorn ohne Albumen, ganz durch den Embryo ausgefüllt erscheint; hier liegen plumula und radicula in Cotyledonen eingeschlossen; bei manchem Saamenkorne ist die Plumula als vollkommene Knospe, als höhere Ausbildung des Embryo enthalten. Bei Haselnuß erscheint anfangs Embryo wie bei Palmen in milchigter Flüssigkeit als kleines Pünktchen, späterhin als größeres Pünktchen von festgewordenem Albumen umgehen, wie bei Polygonen, bis endlich die ausgebildeten Cotyledonen alles Albumen verdrängen).

Der innere Kern des Saamens ist die von Neuem entstehende Pflanze, und alle Metamorphosen von der niedersten bis zur vollkommensten Pflanze treten nun von Neuem ein; anfangs flüssiges Albumen aus Amylonkörnern bestehend, dann verhärtetes aus Zellengewebe; keine Spiralgefäße so lange die Cotyledonen im Saamenkorne verschlossen; erste Andeutungen der Spiralgefäße und Poren der Epidermis, wenn die Cotyledonen sich aus der Erde erhebend, als wahre Blätter erscheinen.

Die Rangordnung unter den innern Organen bestimmt sich durch die Rangordnung unter den (dieselben constituirenden) anatomischen Systemen (Zellensystem, Spiralgefäßsystem). Innere Organe sind: der Rindenkörper (Rinde Bast) der Holzkörper (Mark Holz). Der Rindenkörper steht auf einer niederern Stufe als der Holzkörper denn dort besteht Zellensystem, hier Zellen- und Spiralgefäß-System. Die Rinde steht auf einer niederern Stufe als der Bast; denn, dort Zellen des Parenchyms, hier langgestreckte Zellen. Das Mark steht auf einer niederern Stufe als das Holz; denn, dort Zellen des Parenchyms, hier langgestreckte Zellen und Spiralgefäße.

Die innern Organe finden sich in Monocotyledonen und krautartigen Dycotyledonen nur potentia (nicht wirklich ausgebildet); vollkommen vorhanden nur in Sträuchen, Bäumen und einigen krautartigen Dycotyledonen im höhern Alter.

Die Elementarorgane der innern Organe finden sich zwar in allen vollkommnern Pflanzen bei allen Phänerogameen, aber erst bei Sträuchen und Bäumen scheiden sie sich polarisch. Daher lassen sich in krautartigen Pflanzen und bei Monocotyledonen schon jene Theile nachweisen, aus welchen mit höherer Ausbildung die innern Organe des Baumes entstehen. Die sich allmählig entwickelnden Spiralgefäßbündel ertheilen dem Holzkörper seinen Rang vor der übrigen sich nicht über die Zellenbildung hinaus erhebenden Masse; bei den Dycotyledonen dehnen sich die in Kreisen gelagerten Spiralgefäßbündel allmählig aus; rücken an einander, verdrängen das Parenchym der Zellen, und scheiden es in die zwei Hauptzellenmassen; Mark und Rindenkörper, wobei der den Spiralgefäßbündeln näher liegende Theil des Rindenkörpers eines höhern Adels theilhaftig, als der entferntere Rindenkörper als Bast mit langgestreckten Zellen erscheint, da hingegen die Rinde wie das Mark, aus Zellen des Parenchyms gebildet, auf ihren ursprünglichen niedern Stufen der Ausbildung stehen bleiben. Zugleich sind Mark, Holz, Bast und Rinde durch die Markstrahlen durchgreifend verbunden, welche letztere als der in ununterbrochenem Zusammenhange erhaltene Ueberrest der ursprünglich allgemeinen niedern Bildung des Parenchyms des Zellgewebes, erscheinen.

Mark und Rinde sind anfangs saftig, späterhin vertrocknet. Im Holzkörper bildet sich in jedem Jahre ein neuer Ring Spiralgefäßbündel (Jahresring), welcher sich nach Außen am alten Holzkörper anlegt. Da der Jahresring während der ganzen Vegetationsperiode gebildet wird, da die Pflanze energischer im Frühjahre zur Blüthezeit als im Spätsommer wächst, da das Wachsthum von Innen nach Außen geschieht, so sind früher gebildete Spiralgefäße und Holzzellen im Innern des Ringes größer, als später gebildete nach Außen an demselben Ringe stehende; daher das verschiedene Ansehen der Theilchen an einerlei Holzring von Innen nach Außen zu. Folglich unterscheiden sich die Holzringe um so deutlicher von einander, je mehr der Baum in einem solchen Klima gewachsen,

wo Sommer und Winter sich am bestimmtesten scheiden; an unter der Linie gewachsenen Bäumen ist eine Verschiedenheit der Jahresringe kaum bemerkbar.

Auf der Grenze zwischen Holzkörper und Rindenkörper bildet sich jährlich ein Holz- und Bast-Ring; indem der sich an jener Grenze concentrirende Bildungssaft (Cambium) allmählig jene Bildungsreihen durchläuft, deren Culminationspunkt dem vollendeten Jahresringe des Holzes und des Bastes entspricht. Auf derselben Grenze, welche somatisch die Gesammtwirkung des Holz- und Rindenkörpers darstelle, entsteht die Bildung der Knospe desselben Jahres, auch enthält die Knospe alle Systeme der Pflanze, und deutet hiedurch auf einen Ursprung aus der Gesammtthätigkeit aller Systeme der Pflanze hin. Da die Holz- und Bast-Ringe, jährlich mit neuen bedeckt werden, so findet man nach einigen Jahren den Entstehungspunkt eines Astes mehr nach dem Innern des Holzkörpers gerückt, auf gleiche Weise, wie eine zwischen Bast und Rinde geschobene Nadel nach mehrern Jahren im Holzkörper eingeschlossen gefunden wird. Der binnen einer Vegetationsperiode gebildete Jahresring, erleidet auch mehrere Jahre hindurch eine continuirliche Veränderung, ein fortgesetztes Reifen, indem die Wände der Holzzellen und Spiralgefäße sich verdicken; hiedurch scheidet sich das Holz in die mehr nach Innen gelegenen Ringe des reifen Holzes, und die mehr nach Außen gelegenen Ringe des unreifen krautartigen durchsichtigern weichern Holzes; der Holzkörper scheidet sich in Holz und Splint. Der Saft steigt in den Intercellulargängen auf, sowohl des Holzes als des Splintes.

Das Pflanzenleben hat bloß eine vegetative reproduktive Sphäre (keine sensible), bloß die Grundtendenz nach Sprossen, nach somatischer Aneignung, Ausscheidung, Vermehrung, Umbildung; hiebei ist die Saftbewegung eine wesentliche, mechanisch organische Funktion. Als eigenthümliche Organe der Saftbewegung erscheinen weder die Zellen noch Luftzellen, eigene Gefäße, Spiralgefäße, lymphatische Gefäße, Poren der Epidermis, sondern bloß die Intercellulargänge.

Die in der einzelnen Pflanze ausgedrückte Polarität der äußern Organe, wornach in jedem derselben durch Gegensatz und Indifferenz die Trias hervorgeht, scheidet das ganze Pflanzenreich in drei große Klassen. Die ganze Vegetation ist in dieser Hinsicht nur als eine große Pflanze anzusehen, welche, wie die einzelne Pflanze, nach polaren Gesetzen zerfällt, und an welcher die Acotyledonen, Monocotyledonen und Dycotyledonen (oder besser: Wurzelpflanzen, Stängelpflanzen, Blattpflanzen) als die ersten äußern Organe angesetzen werden müssen (Kieser Aphorismen aus der Pflanzenphysiologie, Oken Naturphilosophie).

Anatomische Verschiedenheit der Acotyledonen (Wurzelpflanzen). Die Elementarorgane der Wurzelpflanzen stehen auf einer niedern Stufe der Ausbildung, der Uferm am nächsten; bei den untersten Wurzelpflanzen bestehen bloß einfache an einander gereihte

Zellen, erſt bei höhern Wurzelpflanzen beſtehenden Intercellulargänge, langgeſtreckte Zellen, Spiralgefäße, Poren; z. B. bei Algen des ſüßen Waſſers, Seealgen (Fucus), Flechten (Lichenes) niedern Pilzen (Fungi), oder bei höhern Pilzen (Fungi) Lebermooſen (Hepaticae) Laubmooſen (Musci frondosi), Farrnkräutern (Filices) und Najaden, welche beide leztere die höchſte Ausbildung der Wurzelpflanzen ſind. Bei den Wurzelpflanzen iſt überhaupt nur das Zellenſyſtem vollſtändig ausgebildet. Die äußern Organe ſind ſehr einfach; bei den niederſten Wurzelpflanzen fehlt ſogar die erſte polare Entgegenſetzung zwiſchen Stamm und Wurzel, die ganze Pflanze iſt keines von beiden (Algae, Fuci, Lichenes); höhere Polariſirung des Stammes in Knoten, Blatt und Stängel fehlt noch bei Lebermooſen, Schwämmen und Farrnkräutern; der ganze Strunk des Farrnkrautes iſt ein unvollkommenes Wurzelblatt ohne Stängel und Knoten; der Pilz iſt eine unvollkommene Samenhülle ohne Blatt und Knoten. Keine Polariſirung der Geſchlechtsorgane; keine innere Polarität am Samen, dieſer iſt ein einfaches durchſichtiges, gallertartiges Bläschen, das bloß beim Farrnkraute das erſte Rudiment des Embryo zeigt. Von innern Organen iſt erſt bei Farrnkräutern eine Spur.

Anatomiſche Verſchiedenheit der Monocotyledonen (Stängelpflanzen). Die Stängelpflanzen bilden den Uebergang von den niedern zu den höhern Pflanzen; auch ſind hier die Elementarorgane weder beſtimmt auf niederer noch beſtimmt auf höherer Stufe der Ausbildung. Vollſtändig ausgebildetes Zellengewebe mit prismatiſchen Intercellulargängen; Zellen des Parenchyms und langgeſtreckte Zellen, aber mit horizontalen Querſcheidewänden (noch nicht abweichend von Urform). Vorzüglich ausgebildet große Luftzellen (Palmae, Scitamineae, Irideae, Gräſer, Juncі, Aroideae.) Eigene Gefäße noch unvollkommen. Einfache und netzförmige Spiralgefäße, keine poröſen. Die Zahl der Spiralgefäßbündel ſcheint ſich auf die Dreizahl zu reduziren. Die Spiralgefäßbündel bilden keinen Holzring. Die lymphatiſchen Gefäße der Epidermis verlaufen in mehr geraden Linien nach der Richtung des Blattes. Die Poren der Epidermis ſind groß, parallel mit der Richtung der Blätter. Die Polariſirung in Blatt, Knoten und Stängel iſt ſehr vollſtändig; die Wurzel iſt oft nur fadenförmig ohne Verzweigungen; oft knollig. Stamm iſt theils gar keiner vorhanden, theils beſteht er, und dann iſt er gewöhnlich vorzüglich ſchlank, wenig veräſtelt (überhaupt bei Stängelpflanzen vorherrſchende Tendenz in die Länge). Die Blätter ſind mehr lang als breit, ſelten gefiedert; die Blattrippen laufen mehr nach der Länge als Breite. Bei den Staubfäden ſcheint die Dreizahl vorherrſchend; keine Flores compositi; häufig mangelt der Kelch, oft ſelbſt die Corolla, die nie aus vielen Blättern beſteht; doch finden ſich hier Corollen von großer Ausdehnung und Farbenpracht. Noch ſehr unausgebildeter Embryo mit Albumen umgeben. Rinde, Baſt, Mark, Holz, Markſtrahlen, ſind hier noch ſehr undeutlich.

Anatomiſche Verſchiedenheit der Dycotyledonen (Blattpflanzen). Einjährige krautartige Pflanzen und mehrjährige Pflanzen, Sträucher und Bäume; jene näher an Monocotyledonen, dieſe auf höchſter Stufe der Vegetation. Am Zellengewebe ſind die Zellenwände ſehr mit einander verwachſen. Bei krautartigen Dycotyledonen beſteht eine unvollkommene Scheidung zwiſchen langgeſtreckten Zellen und Zellen des Parenchyms (Kürbis, Balſamine); und die Querwände der Zellen ſtehen horizontal; hingegen bei Sträuchern und Bäumen diagonal. Luftzellen ſind bei Dycotyledonen ſelten; ſie finden ſich faſt nur in niedern äußern Organen, oder in den ſich den Monocotyledonen nähernden Pflanzen. Eigene Gefäße von beſtimmter Geſtalt und Lage, vorzüglich bei Bäumen und Sträuchen, vorzüglich in Rinde und Baſt, wo ſie Harz enthalten. Einfache, netzförmige und poröſe Spiraigefäße (nämlich: einfache und netzförmige, in krautartigen Dycotyledonen und in krautartigen Theilen der Sträucher und Bäume; hingegen poröſe Spiralgefäße im Holzkörper der Sträucher und Bäume). Die Zahl der Spiralgefäßbündel ſcheint ſich auf die Vierzahl und Fünfzahl zu reduziren. Kreisförmige concentriſche Stellung der Spiraigefäßbündel, welche nach und nach Holzkörper bilden. Im höhern Alter werden die Spiralgefäße mit poröſen Zellen ausgefüllt. Die lymphatiſchen Gefäße der Epidermis verlaufen netzförmig nach der Länge und Breite. Kleine Poren der Epidermis in unbeſtimmter Richtung. Tendenz nach Wachsthum in die Breite; breite Blätter, häufige Verzweigungen an Stamm und Wurzeln. Herrſchende Vierzahl und Fünfzahl an der Blume; die Geſchlechtsorgane trennen ſich in verſchiedenen Blumen und Pflanzenindividuen (häufige Monöciſten und Diöciſten). Bei vollkommen ausgebildetem Embryo, iſt das Albumen verzehrt; paarweiſe Cotyledonen. Deutliche Trennung von Mark, Holz, Rinde, Baſt, Markſtrahlen, vorzüglich bei Sträuchern und Bäumen.

Digitized by Google

Zootomie.

Die Phytotomie und Zootomie ſtreben dahin, dynamiſch nachzuweiſen, was in der Pflanzen und Thierwelt ſomatiſch dargeſtellt iſt; die Idee auszuſprechen, welche durch die Pflanzen- und Thierwelt verkörpert ausgedrückt wird. Phytotomie und Zootomie ſind gleichſam die Interpretation jenes Geſetzſyſtemes, das ſich in der vergleichenden Pflanzen- und Thier-Anatomie manifeſtirt. Da hingegen die Interpretation jenes Geſetzſyſtemes, das ſich an Pflanzen- und Thier-Leben überhaupt ausſpricht, die Biologie ausmacht.

Die an den Individuen der Pflanzen- und Thierwelt abgeſondert erſcheinenden, theils vollendeten, theils als Rudimente angezeigten Theile, wiederhohlen und concentriren ſich in vollkommenſter Ausbildung am vollendeten Menſchen; zugleich aber auch in der allmähligen Entwickelungsreihe des menſchlichen Fötus. Die Wiederhohlung und Concentration des in der lebenden Welt Abgeſonderten bezieht ſich am Menſchen nicht bloß auf das Räumliche am vollendeten Menſchen, ſondern auch auf das Temporäre am ſich entfaltenden menſchlichen Fötus.

Der Menſch, ſowohl als Combination des räumlich getrennten Mannigfaltigen, als auch als Combination in ein einziges Zeitmoment der ganzen Succeſſion des durch Zeit getrennten Mannigfaltigen; nämlich, der als Abſtractum betrachtete Menſch, ſowohl am vollendeten Menſchen, als am ſich entwickelnden menſchlichen Fötus; der Menſch iſt der höchſte Repräſentant der animalen Sphäre; nicht der vegetativen Sphäre, in welcher letztern ihm eine höhere Ausbildung nur in ſofern zukömmt, als ſelbſt die Organe dieſer untergeordnetern Sphäre den Character des höhern Thierlebens anzunehmen vermögen, welches ſich vorzüglich von Geſchlechtsorganen nachweiſen läßt.

Die animale oder ſenſible Sphäre bezieht ſich (wenn bloß die Organe berückſichtigt werden) auf Sinnesorgane, Bewegungsorgane, und die dieſe beiden verbindende nervige

Masse, welche wieder zerfällt in: Gehirn und Cerebralnerven, Rückenmark und Ganglien, und den diese beiden verbindenden sympathischen Nerven.

Die vegetative oder Reproduktions-Sphäre bezieht sich (wenn bloß die Organe berücksichtigt werden) auf individuelle Reproduction und Gattungsreproduktion: 1. Die individuelle Reproduktion bezieht sich auf: Verdauungsorgane, Athmungs- und Absonderungsorgane, und das diese beiden verbindende Gefäßsystem, welches wieder zerfällt in: Blutsystem und Lymphsystem, wobei ersteres wieder zerfällt in Arterien- und Venen-System. 2. Die Gattungsreproduktion bezieht sich auf: Geschlechtsorgan der Empfängniß und Geschlechtsorgan der Absonderung, oder weibliche und männliche Geschlechtsorgane (eine Wiederholung des Gegensatzes zwischen Dauungsorgan und zwischen Athmungs- und Absonderungsorgan). Am Geschlechtsorgane ist der Geschlechtssinn eben so geknüpft, wie am Dauungsorgane der Geschmackssinn. Oder vielleicht ließe sich richtiger sagen: Wie Geschmackssinn am Dauungsorgane, so weiblicher Geschlechtssinn am weiblichen Geschlechtsorgane; ferner wie Athmungssinn am Athmungsorgane, so männlicher Geschlechtssinn am männlichen Geschlechtsorgane. Athmungssinn äußert sich an der innern Mundhöhle, den Nasenlöchern und der Luftröhre gegen eingeathmete Luft eben so wie Geschmackssinn am Gaumen und Zunge, gegen feste und tropfbarflüssige Körper. Dieser Sinn könnte auch Witterungssinn genannt werden, in demselben Sinne, als in Bürgers Leonore Wilhelm sagt: Ich wittre Morgenluft.

Das Leben der harten unverweslichen Theile des Thiergerippes, der Muschelschalen, Schneckenhäuser, der hornartigen Freßwerkzeuge der Insekten....; ferner, der erhärteten Theile des Pflanzengerippes, als vorzüglich der Holzringe....; jenes Leben nähert sich dem Leben des Mineralkörpers (der Planetmasse) ungefähr so, wie das Leben der Verdauungsorgane, der Athmungs- und Secretionsorgane der Geschlechtsorgane im Thiere, sich dem Pflanzenleben nähert. In diesem Sinne dürfte folgende Eintheilung unter den Individuen der gesammten Natur Statt finden: 1. Repräsentanten der vereinigten animalen, vegetativen und mineralischen (planetarischen) Sphäre. a. Wo der mineralische Typus merklich ist (alle Thiere und Thierrudimente vom Menschen bis zu den Zoophyten herab, wo sich harte unverwesliche Theile bei der anatomischen Zerlegung vorfinden). b. Wo der mineralische Typus unmerklich ist (z. B. bei vielen Würmern, wo nichts Hornartiges abgesondert werden kann). 2. Repräsentanten der vereinigten vegetativen und mineralischen Sphäre. a. Wo der mineralische Typus merklich ist (wohin vorzüglich strauchartige und baumartige Dycotyledonen, aber auch mehrere Monocotyledonen und Acotyledonen gehören).

b. Wo der mineralische Typus unmerklich ist, (z. B. bei den krautartigen Dycotyledonen, den meisten Monocotyledonen und Acotyledonen). 3. Repräsentanten der einzeln für sich stehenden mineralischen Sphäre. a. Wo der mineralische Typus sich energischer ausspricht (z. B. Salze, Metalle, zu Steinen verhärtete Erde). b. Wo der mineralische Typus sich weniger energisch ausspricht, und gleichsam eine Annäherung zum Pflanzenleben besteht (Erden, die ihnen verwandten Metalloxyde; denn, aus jenen und diesen bilden sich die ersten Rudimente der Vegetation als Flechten und Conferven. Diese Ansicht führt mich auf folgende, vielleicht richtig aufgefaßte Analogie: Das Verwittern der Metalloberfläche, so wie jenes der Steinoberfläche, ist der erste Schritt, wodurch Metall und Stein aus der starren und vollendeten Mineralwelt, in die mit mehr Spontaneität begabte, in stetem Fortbilden begriffene Pflanzenwelt übergehen).

Folgende Analogie in dem Walten an der sensiblen und vegetativen Sphäre läßt sich unter andern nachweisen. Sensible Sphäre: 1. Sinneswahrnehmung (Sinnesorgane) — Ausüben von Bewegung nach Außen, durch aus jener Sinneswahrnehmung entsprossenem Willen (Bewegungsorgan). 2. Bearbeitung der Sinneswahrnehmung mit dem höchsten Grade von Individualisirung (Begriffsbildung Idealisirung — Verkünden des hieraus entstandenen Produktes nach Außen (durch Ausdruck in Blick, Gebehrde, Sprache, Poesie, Musik, zeichnende Kunst). Vegetative Sphäre: 1. Stoffaneignung (Verdauungsorgan) — Ausscheiden angeeigneter Stoffe (Athmungs- Sekretions- Organe). 2. Bearbeitung des angeeigneten Stoffes mit dem höchsten Grade von Individualisirung (männliche Samenbildung und Anfachen des Samen-, Ey- oder Fötuslebens im Mutterkörper) — Darbringen des hieraus entstandenen Produkts nach Außen (männlicher Zeugungsact und Trennen des Samenkorns von der Pflanze, oder Eylegen oder Lebendiggebären).

Was zunächst die Pflanzen anbetrifft, so sind wir, gestützt auf die Resultate der Phytotomie anzunehmen berechtigt, daß die Zellenformation als ursprüngliche Bildung derselben betrachtet werden müsse. Zellen sind fast der alleinige Bestandtheil minder ausgebildeter Pflanzen, wie der Flechten, Moose u. s. w.; aus Zellengewebe bestehen auch in vollkommnen Vegetabilien stets die Anfänge der Organisation, und wenn außer Zellen noch andere Gebilde in den Pflanzen sich zeigen; so sind diese entweder nur als

Digitized by Google

Umwandlungen zelliger Structur, wie die Fasern und Saftgefäße, oder als Produkte einer höhern, schon halb animalen Entwicklung, wie die Spiralgefäße zu betrachten. Die ursprüngliche thierische Structur hingegen zeigt sich bei dem unvollkommnern und einfachern Thieren, z. B. den Polypen und Medusen, und eben so bei den frühzeitigern Embryonen höherer Gattungen, in einer von jener zelligen Structur durchaus verschiedenen Form. Es lassen nämlich selbst die genauesten mikroskopischen Untersuchungen hier nichts als eine gleichförmige, halbflüssige, aus einer unendlichen Menge kleiner in schleimigen Feuchtigkeiten schwimmender Kügelchen oder Puncte bestehende urthierische Masse erkennen, und selbst in den äußern Gestaltungen jener Thierkörper wird häufig eine auffallende Neigung zur Kugelform angetroffen.

Gehen wir nun mit den Resultaten jener Betrachtung an die Untersuchung der Grundformen sowohl animaler als vegetativer Gebilde, so muß es uns als ein schöner Beweis ewiger gesetzmäßiger Gleichmäßigkeit der Naturerscheinungen gelten, wenn wir entdecken, daß, obschon als letzte elementarische Masse des Thierkörpers durchgängig jene das Thier überhaupt characterisirende Punktmasse gefunden wird, diese urthierische Masse, so wie die Kugelgestalt, doch nur in den Organen der animalen Sphäre mit besonderer Deutlichkeit zu erkennen sey, da in den Organen der vegetativen Sphäre hingegen die Zellenbildung als vorherrschend sich darstellt. Nicht allein, daß nämlich Zellgewebe, als solches, an so vielen Puncten des Körpers sich vorfindet, und indem es den Bildungsstoff darbietet, aus welchem manche andere Organe sich entwickeln, als dem vegetativen Leben angehörend sich beurkundet, sondern auch die besondern Gebilde der einzelnen vegetativen Systeme selbst können den zelligen Typus nicht verläugnen. So entsteht das Gefäß im Thier wie in der Pflanze, indem Zelle an Zelle sich reiht, indem Uebergänge aus einer Zelle in die andere zu Stande kommen, und endlich ein vollkommener Kanal für strömende Flüssigkeiten gebildet wird, welcher, je weniger er sich von der Zellenformation überhaupt entfernt, auch noch um so bestimmtere Reste früherer Zellenwandungen zeigt. Beweise hiervon sind namentlich die Klappen als Reste der Zellenwandungen, in den, selbst im ausgebildeten Körper so häufig, Lauf und Zahl ändernden, entstehenden und vergehenden Lymphgefäßen; eine Bildung, welche in den, den Lymphgefäßen zwar verwandten, doch schon höher stehenden Venen bereits weit weniger deutlich vorhanden, im Arteriensystem aber gänzlich verschwunden ist, außer da, wo diese letztern Gefäße aus größern centralen Zellen, aus Herzen, ihren Ursprung nehmen. Anlangend den Darm, so ist dieser im Ganzen nichts weiter als ein Gefäß, und es gilt daher auch von ihm, was von diesem gesagt wurde. Bei niedrigern Organisationen zeigen, so hier wie dort, die Reste der Zellgewände sich als deutliche Klappen, und im Darmsystem wie im Gefäßsystem sind größere Zellen (hier Magen genannt) als

Centralorgane zu betrachten. Auch die Athmungsorgane ferner, lassen jenen allgemeinen Typus vegetativer Gebilde erkennen, indem sie theils aus lauter aneinander geschobenen Zellen, wie die Lungen, theils aus umgestülpten und langgezogenen Zellen, wie die Kiemen, theils aus einfachen größern Respirationszellen bestehen. Zellige Höhlen sind ferner eben so in den Absonderungsorganen, daher sie nicht aus bloßen Gefäßverzweigungen gebildet werden, gewöhnlich, und endlich kann denn auch eine ähnliche Structur in den Geschlechtswerkzeugen, indem sie aus Gefäßen, Absonderungsorganen und zellenartigen Behältern zusammengesetzt sind, auf keine Weise verkannt werden.

Anders verhält sich dagegen die Structur der zur animalen Sphäre gehörigen Gebilde, welche namentlich im Nervensystem mit vorzüglicher Bestimmtheit erscheint. In diesem stellen nämlich die Centralmassen, welche in pflanzlichen Systemen als Zellen erschienen, innerlich in ursprünglich animaler Structur, als Punktsubstanz, und äußerlich in Kugelgestalt sich dar; wir nennen diese Centralmassen Nervenknoten oder Ganglien, und bemerken, daß außer ihnen nur da noch eine der eigentlichen Gangliensubstanz ähnliche Punktmasse im Nervensysteme gefunden wird, wo es mit seinen peripherischen Enden in Sinnen- Bewegungs- oder vegetative Gebilde sich einsenkt, daß hingegen die Verbindung zwischen dieser peripherischen und centralen Substanz durch radienförmige Organe gebildet ist, in denen durchgängig die Nervenkügelchen nach bestimmten Reihen geordnet, und die so entstandenen Linien durch Zellen von einander gesondert sind; wobei es uns denn nicht entgehen kann, daß das Verhältniß jener zwiefachen äußern und innern Punktsubstanz und dieser letztern Faserſubstanz das Verhältniß der drei animalen Systeme überhaupt wiederholt.

Was nun die Sinnesorgane anbelangt, so haben wir hier nur bei den edlern derselben (so bei den Augen und dem wesentlichen Theile des Gehörorgans, dem häutigen Labyrinth) der kugelförmigen Gestalt, als die Glieder animaler Sphäre bezeichnend, zu erwähnen, da die übrigen Sinnesorgane hingegen gewöhnlich zugleich als Glieder der vegetativen Sphäre erscheinen, und folglich als eigentliches Sinnesorgan in ihnen kaum mehr als der Nerv selbst zu betrachten ist; so z. B. Geruchs- Geschmacks- Tastorgan. Was die Bewegungswerkzeuge betrifft, so ist in ihnen die Faserbildung in besonderer Vollendung bemerkbar, und obschon von einer verschiedenen chemischen Beschaffenheit, werden doch auch hier, wie in den Nerven, diese Fasern aus Reihen unzähliger Kügelchen gebildet, deren gemeinschaftliche und gleichzeitige Annäherung gegen die nervige Mitte der Faser, die Contraction dieser letztern, ja in mehrern Muskeln, eine wahrhaft kugelförmige Auftreibung begründet.

Zur Begründung einer naturgemäßen, ſich auf dem allmählig höhern Standpunct der Organiſation ſtützenden Thierklaſſifikation, dient als Princip: Eines Theils die Erwägung, daß das Weſentliche jeder Entwicklungsgeſchichte, immer nur ein Differenziren, ein Hervortreten immer größerer Mannigfaltigkeit bei immer klärer erſcheinender Einheit ſey; andern theils die Beobachtung des verſchiedenen Standes der einzelnen, dem Organismus charakteriſtiſchen Syſteme, wohin im vegetativen Leben das Gefäßſyſtem, vorzüglich aber im animalen Leben, das Nervenſyſtem gehört; und endlich die Berückſichtigung der Entwicklungsgeſchichte der einzelnen, höher organiſirten Individuen ſelbſt, in ſofern die verſchiedenen Perioden eines ſolchen individuellen Lebens, in vieler Hinſicht die einzelnen niedrigern Formationen anderer Geſchöpfe wiederholen.

Hiernach läßt ſich folgende Claſſifikation aufſtellen:

a. Thiere ohne Hirn und Rückenmark.

In ihnen wird ein eigentliches Skelett nicht gefunden, in ihnen führen die Gefäße im Durchſchnitt noch kein rothes Blut, Herz, ja Gefäßſyſtem überhaupt, fehlt zuweilen noch ganz, und in andern Fällen ſind die Herzkammern noch nicht zu einem Herzen verbunden; die Organiſation iſt folglich in jeder Hinſicht, und namentlich des den Stand der Organiſation beſonders charakteriſirenden Nervenſyſtems, noch ſehr einfach, und überdieß ſind es mehr als zwei Drittheile dieſer Thiere, welche im Waſſer leben und athmen. Drei Klaſſen ſcheinen dieſe große Abtheilung zuſammenzuſetzen, davon die erſte und niedrigſte jene Geſchöpfe enthält, aus denen, als aus einem unendlichen Chaos, die beiden übrigen Klaſſen in unmerklichen Uebergängen hervorgehen, in denen die Einfachheit wie die Unvollkommenheit der Organiſation am deutlichſten zu erkennen iſt, wo gemeiniglich weder vom Nerven- noch vom Gefäßſyſtem deutliche Spuren gefunden werden, wo das Thier oft mehr ein Pflanzen- als ein Thier-Leben führt, und allein im Waſſer, dem Elemente alles Organiſchen, einheimiſch iſt. Wir nennen dieſe Thiere Zoophyten. —

Indem nun aus dieſer Einfachheit durch mannigfaltige Trennungen, allmählig vollkommnere Organiſationen ſich entfalten, ſo haben wir vorzüglich eine zwiefache Richtung der bildenden Thätigkeit zu bemerken, indem auf der einen Seite die ſtärkere Entwicklung des Athmungs-, Bewegungs- und Geſchlechtsſyſtems, beabſichtigt; auf der andern Seite hingegen die vollkommnere Ausbildung von Dauungs-, Sinnen-, Nerven- und Gefäß-Syſtem erlangt wird. —

So ſehen wir denn das Thier, in der erſtern, mehr durch Vollendung peripheriſcher Gebilde ausgezeichneten Entwicklungsreihe, an ſeiner Oberfläche gegliedert werden, und bei großer Einfachheit der innern Organiſation, eine eigene Körperform entſtehen, welche wir als der Ordnung der Gewürme eigenthümlich betrachten können. Späterhin werden

die Ringe des Körpers feſter, gegliederte Bewegungswerkzeuge entwickeln ſich, der innere Bau wird mannichfaltiger, der Wurm wird zum Kruſtenthier (Crustaceum), welches dann endlich, von der feſtern irdiſchen Schale ſich befreiend, als Inſect erſcheint, in welchem Bewegungswerkzeuge in vorzüglichem Grade ſich ausbilden, das Thier bei vollkommnern Reſpirationsorganen Luft zu athmen fähig, und auch Geſchlechtsſyſtem in höherm Grade entwickelt wird. — Wo ſich im Gegentheil, bei einer Vernachläſſigung äußerer Geſtalt, die oben genannten centralen Syſteme mehr hervorheben, da ſehen wir, vorbereitet durch die Form der Darmröhren, Salpen u. ſ. w. die Organiſation der Muſcheln entſtehen, wir ſehen dieſe ferner, indem Nerven- und Gefäßſyſtem eine mehr centrale Bildung erhält, in die der Schnecken ſich verwandeln, bis denn endlich, in den innerlich ſo vollkommen organiſirten Sepien, auch dieſe Formation ihr Ziel vollkommen erreicht hat. —

Durch jede dieſer beiden verſchiedenartigen Entwicklungsreihen wird nun wieder eine beſondere Thierklaſſe begründet, von welchen wir die erſtern, der weichen, ſchlüpfrigen (obſchon ſo häufig von feſten erdigen Schalen umſchloſſenen) Oberfläche ihres Körpers halben, mit dem Namen der Weichthiere, die erſtern hingegen, wegen der ihr eigenthümlichen Gliederung des Körpers, mit dem Namen der Gliederthiere bezeichnen. Beide Klaſſen ſind eigentlich nicht wohl nacheinander, ſondern nur nebeneinander zu betrachten; will man indeß eine über die andere ſtellen; ſo iſt gewiß dazu, ihrer ganzen Bedeutung nach, nur die Klaſſe der Gliederthiere geeignet, denn obſchon im Weichthier mehrere Organe und ſelbſt das Nervenſyſtem eine höhere Bildung an ſich tragen, ſo thut doch in jener Klaſſe das Thierreich überhaupt einen bedeutenden Schritt vorwärts, indem das im Waſſer erzeugte Thier hier zuerſt wahres Luftthier, ja durch und durch Athmungsorgan wird, als daß nicht eben dieſe Form für die höhere geachtet werden müßte.

— Mehrere organiſche Syſteme haben demnach ſchon in dieſer erſten Abtheilung des Thierreichs eine vollkommnere Ausbildung erlangt, demungeachtet fehlt noch die rechte innere Einheit und Harmonie verſchiedenartiger Kräfte, ein Ziel, welches nur erreicht werden kann, indem das höchſte organiſche Syſtem, das Nervenſyſtem, in höherer Bildung erſcheint, indem gewiſſe größere centrale Maſſen deſſelben, indem Hirn und Rückenmark entſtehen.

b. Thiere mit Rückenmark und Gehirn.

In dieſem iſt nun eine Wirbelſäule, ein Skelet durchgängig vorhanden, in ihnen führt das Gefäßſyſtem durchgängig rothes Blut, ein einziges Herz wird beſtändig vorgefunden, die Organiſation überhaupt erzeugt ſich mannigfaltiger, und gegen drei Viertheile dieſer Thiere athmen Luft.

Vier Klaſſen ſind es, welche dieſe zweite Abtheilung des Thierreiches zuſammenſetzen, und auch unter ihnen findet, wie unter den Klaſſen der erſten Abtheilung eine gewiſſe Stufenfolge Statt. Die unvollkommenſten dieſer Geſchöpfe, die unterſte Klaſſe derſelben, die Fiſche, ſind wieder gleich der erſten Thierklaſſe, nur im Waſſer einheimiſch, athmen Waſſer, beſitzen ein Herz mit nur einer Kammer und Vorkammer, führen kaltes Blut und zeigen in Hinſicht des Geſchlechts-, Sinnen- und Bewegungsſyſtems einen unvollkommnern Typus, da hingegen vegetatives Leben im Durchſchnitt überwiegt, und die Bauchhöhle einen ſo bedeutenden Umfang nimmt. —

Von dieſer Klaſſe aus iſt nun ferner eine ſehr verſchiedenartige Richtung der Entwicklungsreihen bemerkbar, und als Ziele derſelben können theils die Klaſſe der Vögel, theils die der Säugthiere betrachtet werden. In der erſtern ſind die Gebilde der Haut (Federn), die Athmungs- (Lungen) und Bewegungswerkzeuge (Flügel) beſonders ausgebildet, das Herz beſteht aus zwei Kammern, das Blut iſt warm, die Entwicklung des Fötus geht außerhalb des mütterlichen Körpers im Eie vor ſich. In den Säugthieren hingegen iſt ein zu großes Ueberwiegen der Athmungs- und Bewegungsorgane beſeitigt, Sinnen- und Nervenſyſtem ſtärker entwickelt, ein beſtimmteres, inneres, organiſches Gleichgewicht hergeſtellt, die Herzkammern ſind wie im Vogel doppelt und ganz von einander getrennt, das Blut iſt warm, die Lungen ſind durch ein Zwerchfell von der Bauchhöhle geſchieden, die Entwicklung des Fötus geſchieht innerhalb des mütterlichen Körpers, und das geborne Junge wird durch die Zitzen ernährt. Im Allgemeinen erinnert demnach die Bildung des Vogels eben ſo ſehr an die Inſekten, als die Organiſation des Säugthiers an jene der Weichthiere, obgleich die Klaſſe der Säugthiere durch hohe Vollkommenheit des wichtigern centralen Syſtems und harmoniſchen Ausbildung im Allgemeinen, hier eben ſo beſtimmt über die Klaſſe der Vögel zu ſetzen iſt, als in der erſten Abtheilung die Klaſſe der aus dem Waſſerreiche zur Luftathmung ſich erhebenden Gliederthiere über die der Weichthiere. —

Zwiſchen der Klaſſe der Fiſche und den beiden zuletzt betrachteten, würde indeß eine zu große Kluft befeſtigt bleiben, wäre nicht eine vierte Thierklaſſe vorhanden, welche, mit ihren äußerſt mannichfaltigen Geſtalten beſtimmt zu ſeyn ſcheint, das Mittel- oder Uebergangsglied zwiſchen anſcheinend ſo ganz heterogenen Formen zu werden. Es iſt dies die Klaſſe der Amphibien, welche zwar durch Entwicklung von Lungen und Gliedern über die Klaſſe der Fiſche ſich erhebt, dagegen vermöge ihrer einfachen, obſchon zuweilen in mehrere, jedoch nie ganz geſchiedene Zellen getheilten Herzkammern, vermöge ihres kalten Blutes und tiefern Standes der Senſibilität, den Klaſſen der Vögel und Säugthiere um Vieles nachſteht. Unter den Amphibien ſelbſt ſcheinen die Froſchlarven ähnlichen Gattungen, wie Siren und Proteus, zunächſt an die Fiſche, und zwar an die

Digitized by Google

Knorpelfische sich anzuschließen, und durch die Formen der Salamander, Frösche, Kröten und Schildkröten den Uebergang zu den Säugthieren, und zwar zunächst zu den Gürtelthieren, Schnabelthieren u. s. w. zu bahnen; so wie hingegen durch die Schlangen und Eidechsen eine andere Reihenfolge gebildet wird, welche auf einer Seite ebenfalls von den Fischen, doch mehr von den Grätenfischen, z. B. dem Aalgeschlechte ausgeht, und auf der andern Seite, durch die fliegenden Eidechsen, den Uebergang bildet zur Klasse der Vögel.

So wie der Knochen im ausgebildetern Thierkörper theils die Bedeutung hat, als eigentliches Irdisches und Planetarisches, um das Höhere, um das Organ des Geistigen, um die nervigen Centralmassen sich herum zu lagern, sie zu decken und zu isoliren, theils aber als wesentliche Stütze der Bewegungsorgane erscheint, und daher in die Mitte der umhüllenden Muskeln sich einfügt, um so Energie und Schnelligkeit der Bewegung zu vermehren, so scheint bei einer ganz einfachen thierischen Organisation, wo Organe der Sensation und Reaction noch nicht von einander geschieden sind, das Skelet nur in einer von jenen Bedeutungen sich darstellen zu können, und wir sehen daher entweder die festern Theile den unempfindlichen Pflanzenstängel bilden, um welchen das empfindliche Fleisch, die urthierische Substanz sich herumlagert, oder im Gegentheil diese letztere von der unempfindlichen Schale umschlossen. Das erstere ist der Fall in den Sertularien, Gorgonien, Corallen u. s. w. Das letztere ist der Fall in den Tubiporen, Spongien, Madreporen, Tubularien u. s. w. Uebrigens ist noch rücksichtlich der Substanz dieser festern Theile bemerkenswerth, daß sie von der des vorzüglich aus phosphorsaurem Kalk gebildeten Knochens noch bedeutend sich unterscheidet, indem sie entweder mehr hornartig gefunden wird, oder im Gegentheil fast ganz aus kohlensaurem Kalk besteht.

Wenn die Entwicklung des Thierlebens überhaupt vorzüglich im Stande des Nervensystems sich ausspricht, und wenn der Standpunkt dieses Lebens in den Zoophyten noch so niedrig ist, daß eine in der Mitte des Körpers befindliche Höhle, welche die Bedeutung von Magen-, Herz- und Geschlechtsorgan in sich vereinigt, als wichtigstes Gebild und eigentliches Centralorgan anzusehen ist, so wird auch das Nervensystem schwerlich schon hier in der ihm sonst angemessensten Form, das ist, als nervige Centralmasse mit radienförmigen Zweigen, erscheinen können, sondern wir werden es mit jener allgemeinen Form gänzlich überstimmend finden, wenn es in peripherischer Form um jene centrale

Höhle ſich herumlagert, von dort aus die übrigen Organe mit den nöthigen Zweigen verſorgend. Dieſe Anſichten geben zugleich einigen Aufſchluß, theils, warum ein Nervenring um den Anfang des Speiſekanals in der ganzen erſten Abtheilung des Thierreichs das bleibendſte und wichtigſte Nervengebild ausmacht, theils, warum auch das Ganglienſyſtem, das iſt, das Nervenſyſtem für vegetative Organe in den obern Thierklaſſen und im Menſchen ſelbſt, die Umſchlingung des Darms und der Gefäße als häufige, ja ſtätige Bildung darſtellt.

Das Nervenſyſtem der Säpien iſt von dem der Gaſteropoden insbeſondere durch ein ſtärkeres Markhalsband, durch Verſchwinden der an der Vorder- oder Bauchſeite gelegenen Knoten deſſelben, und durch größere Entwicklung des Hirnknotens, deſſen hintere oder obere Fläche faſt gleich einem wirklichen Hirn deutliche Längenſtreifen zeigt, kurz durch größere Einheit, und Anſetzen der nervigen Centralmaſſe auf der Rückenſeite ausgezeichnet.

Bei den Inſekten bleibt im Weſentlichen der ſchon im Wurm zu beobachtende Typus des Nervenſyſtems, und folglich die Ganglienkette, das wichtigſte Gebild, deren Knoten jedoch in den höhern Gattungen größer und in geringerer Anzahl ſich vorfindrn, und ſo dem Nervenſyſtem den Ausdruck einer ſtärkern innern Centricität geben. Es iſt hierbei übrigens höchſt merkwürdig, daß eine ſolche höhere Organiſation nur in Folge mehrer Verwandlungen ſich zu entwickeln pflegt, ſo daß, wenn das vollkommne Inſekt auch ein mehr ausgebildetes Nervenſyſtem zeigt, doch das Nervenſyſtem der Larve gewöhnlich noch ganz mit dem Nervenſyſtem der Würmer, ſeltner mit dem der Kruſtenthiere übereinſtimmt.

Das Nervenſyſtem, ſobald es ſich beſtimmt von der übrigen Körpermaſſe geſondert, ſteht mit der Außenwelt durchaus nur in einer mittelbaren Berührung, und ſo wie es von äußern Einflüſſen nur bewegt werden ſoll, mittelſt der Sinneswerkzeuge, ſo trägt es auch ſeine Regungen auf das Aeußere, nur mittelſt der Bewegungswerkzeuge über. Es ſind jedoch, um die Außenwelt von verſchiedenen Seiten aufzufaſſen, auch

Digitized by Google

verschiedenartige Sinnesvermögen erforderlich; diese können indeß nur allmählig aus dem ersten und einfachsten, zuvörderst nur die Unterscheidung, zwischen dem Aeußern und dem Individuum begründenden Sinne, dem Gefühl, sich entwickeln, und es läßt bei dieser Entwicklungsgeschichte sich nachweisen, wie zunächst in der vegetativen Sphäre des Organismus sich verschiedene Sinne entfalten, bis endlich deren auch in der animalen Sphäre hervorkeimen, und so erst dem Individuum die klärere Erkenntniß seiner Verhältnisse zur Außenwelt möglich wird.

Wie wir in dem unvollkommnern Thiere, in welchem das vegetative Leben noch vorherrscht, zuerst nur zwei bedeutendere Körperflächen bemerken, eine äußere und eine innere, die Haut- und die Darmfläche; so lassen sich auch zwei Sinnesarten als die ersten Entwicklungen des allgemeinen Sinnes, des Gefühls, wahrnehmen, sie sind der Hautsinn und Darm- oder Dauungssinn; denn beiden Flächen, insoferne sie Nerven erhalten, und mit äußern Stoffen in Berührung kommen, muß die Fähigkeit, Sinnesempfindungen zu haben, zugestanden werden. Auf beiden Seiten haben wir indeß noch weitere Entwicklungen zu betrachten, und so entsteht aus dem Darmsinne, indem er im Kopfende des Darms bestimmtere Organe und klärere Empfindungen erhält, der Geschmackssinn, wenn im Gegentheil gewöhnlich in der Nähe des hintern Endes vom Darm, wo aus diesem die Geschlechtsorgane sich entwickeln, wieder eine neue Sinnesform, nämlich der Geschlechtssinn erscheint. Eben so entfaltet sich denn auch aus dem Hautsinn einerseits das Getast, nämlich da, wo die Haut willkührlicher Bewegung fähig wird, und die Glieder hervortreten, andrer Seits aber der Geruch, nämlich da, wo die Haut mehr als Athmungsorgan eescheint, und in Höhlen des Körpers sich zurückschlägt.

Allein nicht nur in den vegetativen Gebilden des Thierkörpers soll das Sinnesvermögen sich entwickeln, auch das höhere thierische Leben soll mit der äußern Natur in genauere Beziehung treten, und es sind die hier sich entwickelnden Sinne vorzüglich auf Wahrnehmung der höchsten und universellen Beziehungen des individuellen Organismus gerichtet, namentlich werden dadurch der Seele die Begriffe von Totalität und Individualität unter der sinnlichen Form des Lichtes und des Tones angeeignet. Denn wie im Lichte die Gesammtheit der Natur erscheint, so in der innerlichen Bewegung, im Ertönen eines Körpers, sein tiefstes Wesen, seine Individualität. Gesicht und Gehör sind also die beiden eigentlichen Nervensinne, und ihre verschiedene Natur wird durch die Verschiedenheit der beiden äußern Glieder des Nervensystems, Sinn und Bewegung bestimmt, so daß also das Gesicht als der Sinn schlechthin, das Gehör als der Sinn des Bewegungssystems zu betrachten ist.

Digitized by Google

Empfinden die Thiere ohne Rückenwirbel so ganz auf ähnliche Weise, wie der Mensch im gewöhnlichen Zustande durch einzelne Organe? — sind nicht diese Thiere, vermöge ihrer geringern Selbstständigkeit, welche im Nervensystem durch den Mangel bestimmterer Centricität sich offenbart, mehr als integrirende Theile der gesammten Natur zu betrachten? — sind sie nicht ebendeshalb, gleich Somnambulen, durch und durch Sinnesorgan? — müssen sie nicht ebendeshalb, von den leisesten Veränderungen der Außenwelt bestimmte Kunde erhalten, obschon sie bei Mangel klaren Bewußtseyns so ganz in ihrer Sinnlichkeit untergehen, daß sie sich zu vollkommner und klarer Anschauung jener Veränderungen nicht erheben können? — und lassen endlich wohl ohne diese Ansichten jene Vorempfindungen des Wetters, jene wunderbaren Instinkte, jene Insektenzüge und alle jene seltsamen Erscheinungen, welche die Bewunderung und die Andacht des Forschers erregen, irgend eine genügende Erklärung zu? —

In der Ordnung der Krustenthiere tritt in der Körperform des Wurms die Gliederung des Insektenkörpers immer deutlicher hervor, ja an den Körpergliedern oder Ringen entwickeln sich als neue Bewegungsglieder die Füße, von denen im eigentlichen Wurme noch nichts bemerkt werden konnte. Es sollen aber aus der Oberfläche des Körpers nicht nur Bewegungsorgane, sondern auch Athmungsorgane sich entfalten, und es kann uns daher nicht überraschen, wenn wir in den ersten Fortsätzen dieser Oberfläche wieder die Bedeutung der Athmungs- und Bewegungsglieder vereinigt antreffen, eben so wie Bewegungs- und Athmungsfunktion schon in gewissen Organen einiger Weichthiere sich verbanden, oder wie jene Zweige des Hautsinns, Geruch und Getast sich anfänglich in denselben Organen vereinigt fanden. So bemerken wir denn z. B. in den Kiefenfüßen (Branchiopoda) und Schaufelkrebsen (Squilla) noch einen sehr wurmähnlichen, gegliederten Körper, welcher in den erstern sogar noch der festern Bedeckung ermangelt, und an welchem zwar gegliederte Fortsätze hervorkeimen, indeß größtentheils in zarte Kiemenblätter auslaufen, und auf diese Weise zugleich Athmungswerkzeuge und Schwimmflossen darstellen. Bei den eigentlichen Krebsen, z. B. im Fluß- und Taschenkrebs, sehen wir dagegen die Kiemenblätter an die Wurzel der Füße, in das Innere des Körpers sich zurückziehen, und sie zeigen sich dann auf ähnliche Weise, wie in vielen Weichthieren (z. B. in den Muscheln, Aplysien u. s. w.) durch größere kalkige Schalendeckel (hier Rückenschild genannt) verdeckt.

Oken hat über die Bedeutung des Insektenflügels zuerst eine bestimmtere und eigentlich genetische Ansicht gegeben, indem er sagt: „Die Fittige sind abgelöste

Schulpenschalen (Muschelschalen) daher auf dem Rücken. Die Oberstücke sind die Schalen, die Unterstücke sind die Kiemenblätter. Die Oberstücke sind Kiemendeckel."

Die Grundform des Knochengerüsts in den Thieren mit Hirn und Rückenmark, wird ursprünglich durch die eigenthümliche Form ihres Nervensystems bestimmt. Finden wir daher in ihnen, als Hauptgebild des Nervensystems eine einzige längs dem Rücken gelagerte nervige Centralmasse, sehen wir, daß in dieser Centralmasse eine Reihe besondrer Abtheilungen unterschieden werden kann, deren jede, ungefähr gleich dem Hirnknoten einer Säpie, durch das Aussenden eines oder mehrerer Nervenpaare sich zu erkennen gibt, so muß es uns damit in vollkommner Uebereinstimmung erscheinen, wenn wir auch am Skelet, als Hauptgebild, eine Reihe von knöchernen Ringen antreffen, welche, indem sie sich untereinander durch Gelenke verbinden, oder wohl gar theilweise zu einer geschlossenen Höhle vereinigen, die Reihe der Schädel- und Rückenwirbel, die Wirbelsäule, das charakteristische Zeichen der ganzen zweiten Abtheilung des Thierreiches, zusammensetzen. So wie aber die Nervenzweige der auf der Rückenseite liegenden Ganglien gewöhnlich sich vorwärts wenden, um, einem frühern Typus des Nervensystems gemäß, den Speisekanal zu umschließen, so wie in den Säpien nicht bloß der Hirnknoten von einer Knorpeldecke (einer Hirnschale) bedeckt war, sondern auch die den Schlund umfassenden Aeste des Hirnknotens von Knorpelbögen begleitet und überdeckt wurden, so fehlen auch ähnliche Bögen in den höhern Thieren nicht, wir sehen sie vielmehr bald als Rippen, bald als Kiemen- oder Kieferbögen, bald als Schulter- und Beckenknochengürtel sich ausbilden, ja, aus den beiden letztern selbst, die so verschieden gestalteten Glieder hervorkeimen. Immer bleibt es jedoch die Wirbelsäule, welche, so wie sie noch im menschlichen Embryo das erste Rudiment des Skelets darstellt, auch in den sämmtlichen höhern Thierklassen, als das Wesentlichste und Ursprüngliche am Skelet zu betrachten ist, zu welchem Rippen-, Schulter- und Beckenknochen, so wie Gliedmaßen, nur allmählig hinzutreten, welche zuweilen fast ganz allein das gesammte Skelet ausmacht.

Wie nun aber ferner die nervige Centralmasse des Rückens in zwei größere Abtheilungen, in Hirn und Rückenmark, sich sondert, von denen die obere durch eine höhere Entfaltung und Bedeutung vor der untern sich auszeichnet, so können wir auch in der gesammten Wirbelsäule zwischen Schädel und Rückgrat unterscheiden, und haben auch hier die erstere als eine vollkommnere Entwicklung des letztern zu betrachten. —

Anlangend die Wiederholungen der Formen des äußern Skelets der niedern Geschöpfe, in den verschiedenen Gestalten des innern Skelets höherer Klassen, wird man z. B.

Digitized by Google

deutlich wahrnehmen, wie in den Hornplatten, welche den Insektenschädel umgeben, eben so wie durch die Form des Säpienkopfknorpels, Schädeldach und Kieferbogen der vollkommnern Thiere vorgebildet werden; wie in den aus Hornstreifen geformten Seitenwänden des Insektenleibes ganz die Bildung gewisser breiter, die Höhlen des Rumpfs auf gleiche Weise einschließender Rippen sich darstellt; wie im Fuße eines Käfers oder Krebses fast eine ähnliche Gliederung, wie in den Gliedmaßen vollkommnerer Thiere Statt findet; kurz wie auch hier auf jedem Schritte die ewige feste Gesetzmäßigkeit der Naturbildungen durch die vielfachen Belege sich bestätigt.

Was aber ferner die Knochenbildung betrifft, so ist zuvörderst als eine für die Physiologie wichtige Thatsache anzusehen, daß, gerade so wie im Thierreich die erste Andeutung eines innern Skelets (der Kopfknorpel der Säpien) aus Knorpelmasse gebildet wurde, eben so auch in den höhern Thieren der Knorpel, das ist eine Substanz, in welcher die erdigen Bestandtheile von der Gelatina bedeutend überwogen werden, die Grundlage des Skelets ausmacht. Jedoch nicht allein hierin zeigt sich die Analogie der Knochenbildung mit frühern Formationen, selbst in der durch Hunters Versuche dargethanen lagenweis mittelst aussondernder Häute erfolgenden Absetzung der Knochenmasse von Außen, stellt sich eine vollkommene Uebereinstimmung mit der Bildung der erdigen Schalen der Weichthiere dar, welche wir ebenfalls durch aussondernde Häute bewerkstelligt sehen; nur mit dem Unterschiede, daß hier kohlensaurer, dort aber phosphorsaurer Kalk abgesetzt, daß hier die gebildete Schale nicht mehr ernährt wird, dort aber ein ewiger Stoffwechsel Statt findet. — Nicht weniger merkwürdig ist es übrigens, wenn wir sehen, daß das Skelet auch in den höhern Thierklassen nicht immer seine gänzliche Ausbildung erlangt, ein Fall, welcher vorzüglich in der Klasse der Fische bei vielen Geschlechtern eintritt. So sind z. B. Rochen und Hayen für immer mit einem knorpeligen Gerippe versehen; so findet sich dasselbe in den Lampreten (Petromyzon), und es zeigt sich hier sogar in der Knorpelsubstanz des Schädels und des Rückgrats ein beträchtlicher Unterschied, in dem der erstere, als das höher Entwickelte, aus festerer weißlicher, das zweite aus biegsamer und ganz durchscheinender Knorpelmasse besteht. Ja selbst in den Grätenfischen, wo die Masse des Knochengerüstes an Stärke bedeutend gewinnt, ist diese Festigkeit keineswegs mit der der Knochensubstanz in den höhern Thiergattungen zu vergleichen. Auf ähnliche Weise verhält sich ungefähr die Knochenmasse in den niedern Amphibiengeschlechtern, z. B. bei Salamandern und Fröschen. In Schildkröten, Eidechsen und Schlangen nimmt dagegen die Festigkeit wieder beträchtlich zu. Auch die Knochen der Vögel zeigen bedeutende Sprödigkeit, nur sind die Wände der Knochen hier gewöhnlich dünn, und so werden sie dadurch, wie durch ihre zellige Structur, gewöhnlich ziemlich zerbrechlich.

Digitized by Google

Die Knochensubstanz in den Säugthieren stimmt ziemlich mit der des menschlichen Skelets überein, doch werden auch mitunter Knochen von weit größerer Härte getroffen.

Rücksichtlich der innern Structur der Knochen verdient es Bemerkung, daß auch die Markhöhlen derselben nur in Folge einer höhern Entwicklung sich bestimmter auszubilden scheinen. So ist bei Fischen und Amphibien nur wenig davon zu bemerken; der Humerus der Schildkröte ist durchaus fest und ohne Zellen oder Höhlen; im Krokodil so wie in andern Eidechsen werden dagegen schon deutliche Höhlen getroffen. — Am meisten sind die Knochenhöhlen der Vögel entwickelt; eine Structur, die vorzüglich noch dadurch merkwürdig wird, daß auch hier die Knochenhöhlen in der frühern Lebenszeit des Vogels mit dem gewöhnlichen Knochenmark angefüllt sind, späterhin aber die meisten derselben sich allmählig entleeren, und nun bald vom Gehörwerkzeuge, bald von der Brusthöhle, bald von den häutigen Zellen des Unterleibes aus, mit Luft angefüllt werden. — Anlangend die Klasse der Säugthiere, so ist zwar im Ganzen hier der Knochenbau mit dem der menschlichen Knochen übereinstimmend, doch nähern sich die Floßthiere in sofern den Fischen, als die Markhöhlen allmählig wieder an Umfang verlieren, und anstatt des gewöhnlichen Knochenmarks mit einem flüssigen Oel angefüllt sind, wodurch das Schwimmen dieser ungeheuern Thiere allerdings beträchtlich erleichtert werden muß.

So wie ein menschlicher Embryo anfänglich fast bloß Wirbelsäule ist, so finden wir, daß im Fische für immer Rückgrat, und dessen höhere Entwicklung, der Kopf, die wichtigsten Theile des Skelets darstellen, und sehen zugleich, daß das erstere, welches das nervige Centralorgan für Bewegung, das Rückenmark, umschließt, hier durchaus auch selbst als wichtigstes Bewegungsglied erscheint, und zwar namentlich, indem die Wirbelsäule sich nach hinten über die Bauchhöhle hinaus verlängert und den Schwanz bildet.

Die Flossen, welche in den Fischen die Stelle äußerer Extremitäten vertreten, und welche als Schwimmhände, versehen mit sehr vielen und zarten, oft (z. B. in den großen Brustflossen des Rochen) gegliederten Fingern, betrachtet werden können, erhalten nach ihrer Befestigung die Namen der Rücken-, Schwanz-, Steis-, Bauch- und Brustflossen.

Die Knochenstücke, welche sich bei manchen Fischen hinterwärts an den großen Schulterknochen ansetzen, und die Brustflosse tragen, sind in verschiedenen Gattungen von sehr verschiedener Gestalt, doch ist nicht zu läugnen, daß oft die Form des Oberarmbeins, des Ellbogens und der Speiche (diese beiden namentlich im Lophius piscatorius) schon mit genügender Bestimmtheit in ihnen erkannt werden kann. Das letzte zu den

Schulterknochen gehörige Stück, ist ein vollkommen rippenförmiger Knochen, welcher aus dem obern Ende des großen Schulterknochens entspringt, hinter der Flosse, zu deren Befestigung er beizutragen scheint, herabsteigt, und gewöhnlich mit einer freien Spitze sich endigt. Nach Geoffroy verbindet er sich in Zeus vomer und einigen andern, mit dem der entgegengesetzten Seite, und stimmt dadurch als accessorischer Schulterknochen, sehr mit dem später zu beschreibenden accessorischen Schlüsselbein oder Gabelknochen der Vögel (als dessen Rudiment im Menschen der processus coracoideus sich zeigt) überein.

Der Quadratknochen der Fische ist eine Zusammensetzung mehrerer Knochenstücke, welche ihrer Lage und Form nach, dem aufsteigenden Aste des menschlichen Unterkiefers allerdings analog ist, von welchem indeß sich zeigen läßt, daß er bei der weitern Ausbildung des Thierkörpers in immer genauere Beziehung mit dem Schläfenknochen trete, und selbst mit den Gehörwerkzeugen sich so eng verbinde, daß er zuletzt in einen wesentlichen Theil desselben sich verwandelt. In den Fischen mit Kiemendeckeln ist hinter und an diesen Quadratknochen, der sogenannte Kiemendekkel selbst befestigt; — eine Knochenplatte, welche gewöhnlich aus drei Stücken besteht, dem Respirationsapparate, wie die Muschelschale den Muschelkiemen zur Bedeckung dient, und etwa eben so auf den Kiemenbögen ruht, wie das Schulterblatt auf den Brustrippen beim Menschen.

Anlangend die sonderbare unsymmetrische Bildung gewisser Fische, so kömmt dieselbe im Schollengeschlechte (Pleuronectes) vor, als welche Thiere dadurch sich auszeichnen, daß nicht die Rükkenseite, sondern eine Seitenfläche als obere, und Lichtseite zu betrachten, woraus denn weiter folgt, daß beide Augen hier auf einer Seite liegen, daß folglich unter der eigentlichen Orbita der Lichtseite, eine unvollkommene zweite sich vorfindet, daß die Schädelwirbel selbst gleichsam etwas um ihre Längen-Axe gedreht erscheinen, und die untere Seite des Kopfs überhaupt weniger ausgebildet ist, als die obere.

Um den Zusammenhang der sonderbaren Bildung eines Schildkrötenrumpfs mit der des Rumpfs in der Ordnung der Frösche einzusehen, denke man sich die Wirbelsäule so wie die hintern breiten Anhangsplatten der Schulterblätter des Frosches in eine einzige Masse verschmolzen, zu welcher denn auch die langen, gleich Rippen vorwärts gebogenen Querfortsätze, so wie die Dornfortsätze der Wirbel sich vereinigen, und man hat ein treues Bild vom Rükkenschilde der Schildkröten, an welchen man übrigens innen die einzelnen Körper von 12 — 14 Wirbeln, und die Näthe, in denen die rippenartigen Querfortsätze derselben sich verbinden, erkennen kann. — Weiter erinnere man sich an das aus mehrern breiten Platten bestehende Sternum der Pipa, man denke sich diese Platten noch mehr vergrößert und verknöchert, und man hat den Begriff des

Bauchschildes der Schildkröten, als welches für sich, gewöhnlich einen ovalen Deckel vorstellt, mit Ausschnitten für Hals und Extremitäten versehen, auch zuweilen deutlich aus mehrern Knochenstücken zusammengesetzt, oder gar durchbrochen ist.

Aeußerst genau schließt sich die Klasse der Vögel in ihrer Bildung den Geschlechtern der Amphibien an, ja man würde den hier wie dort herrschenden Typus im Allgemeinen völlig für einen und denselben erklären können, hätte er nicht, theils durch die hohe Ausbildung des Athmungs- und Bewegungssystems, theils durch die größere Entwicklung des Hirns im Verhältnisse zum Rückenmark einige bedeutende Modifikationen.

Von den Extremitäten des Vogels ist das vordere Paar in Flügel verwandelt, und sind also, in Folge einer außerordentlichen Entwicklung der Respirations- und Brustgegend, die Brustglieder in Organe übergegangen, welche da, wo sie zuerst vorkamen, selbst als deutliche Entwicklungen der Respirationsorgane, das ist der Kiemenblätter, betrachtet werden konnten.

Der Thorax der Vögel ist wohl seiner Geschlossenheit, seiner Beweglichkeit, und seinem großen Umfange nach, als das Vollkommenste im Thierreiche zu betrachten (so wie Athmung überhaupt in keiner andern der höhern Klassen von solcher Ausdehnung und Energie ist, als hier) und so geschieht es, daß wir in ihm den Bewegungsmechanismus der Kiembögen oder des Fischthorax, die Festigkeit des Brustbeins in der Rückengegend aus den Schildkröten, und die Einlenkung der Rippen aus den Eidechsen vereinigt antreffen.

Die Unterarmknochen des Vogels (welche übrigens so wenig, als die andern Flügelknochen Luft in ihrem Innern führen) gleichen schon sehr den menschlichen: Speiche und Ellenbogenröhre, von welchen die letztere um vieles stärker, als die erstere ist, sind gänzlich getrennt, und liegen in einem Mittelzustande zwischen Pronation und Supination an einander. Die Hand selbst müßte nun dieser Lage, dem Unterarmknochen nach, und bei zusammengesetzten Flügeln (wo das Ellenbogengelenk nach der Beckengegend hinsieht) in einer senkrechten Fläche nach vorwärts gerichtet seyn; allein sie wird hier ganz gegen ihre sonstige Bewegung nicht gebogen und gestreckt, sondern durch Abduction und Adduction bewegt (wie eine menschliche auswärts gebogene Klumphand) so daß also, wenn der ganze Flügel im Stande der Ruhe in Form eines Z zusammengelegt ist, an der Hand (deren Richtung die unterste Linie zeigt) die Seite des kleinen Fingers gegen die Ellbogenröhre hingezogen, dahingegen der Daumen gerade nach unten gekehrt wird.

Weit mannigfaltiger, als in der Klasse der Vögel zeigt sich der gemeinsame Knochenbau in der Klasse der Säugthiere. So wie nämlich die allgemeine Körperform hier theils zum vollkommensten Ebenmaß anstrebt, theils aber auch wieder fast gänzlich zu

den tiefern Klaſſen herabſinkt, indem die Floßthiere den Fiſchen ſich nähern, die Fledermäuſe den Vögeln ſich anſchließen, und durch Gürtel-, Schuppen-, Schnabelthiere der vollſtändigſte Uebergang zu den Amphibien gebildet wird; ſo tritt auch das Skelet zwar auf einer Seite dem menſchlichen immer näher, da es hingegen auf der andern Seite eine Menge Wiederholungen früherer Bildungen erkennen läßt.

Die Zuſammenſetzung des Schädels bleibt bei Säugthieren im Allgemeinen dieſelbe, welche wir in den frühern Klaſſen gefunden haben, dieſelbe, welche auch im Fötus des Menſchen ſo deutlich ſich erkennen läßt, und welche im ausgebildeten menſchlichen Schädel nur durch das Verwachſen der Theile des Hinterhaupt-, Keil- und Stirnbeins, ſo wie durch die ſphäriſche Form des geſammten Schädels undeutlicher wird.

Ganz vorzüglich wichtig für die Geſammtform des Schädels ſind die Stirnbeine, welche in den meiſten Säugthieren (Nagern, Wiederkäuern, Einhufern, reißenden und mehrern Floßthieren) ſehr lange, oder für immer durch eine Nath getrennt bleiben. Je breiter, gerundeter und gewölbter das ganze Stirnbein wird, je ſenkrechter ſein Stand über den Antlitzknochen, um ſo edler und menſchenähnlicher wird die Schädelform; je mehr es hingegen ſich hinterwärts legt, um ein flaches Schädeldach zu bilden, (wie in Nagern, Mardern, Hunden, Schweinen), je tiefer es zwiſchen die Augenhöhlen herabſinkt, und dieſe ſeitwärts auseinander treibt, um ſo mehr kehrt die Schädelform zu der der frühern Klaſſen zurück.

Die Bedeutung der Hörner und Geweihe hat im Ganzen noch manches Räthſelhafte. Sollte indeß ihre Entſtehung nicht einen Grund finden, in der Analogie mit den hornigen oder knöchernen Antennen der Inſekten und Krebſe? iſt es nicht merkwürdig, daß, ſo wie mehrere Antennen Geruchsorgan ſind, auch hier die Riechhöhlen zum Theil ſich bis ans Gehörne erſtrecken, und ſitzen nicht auch jene Fortſätze auf der hornigen oder knöchernen Hirnſchale auf? —

Der Unterkiefer der Affen kömmt ziemlich mit dem menſchlichen überein, nur iſt er ebenfalls, wie der der meiſten Säugthiere, weit mehr in die Länge gezogen, bildet folglich immer noch einen ziemlich ſpitzigen Winkel, und außerdem ragt auch das Kinn noch nicht wie beim Menſchen hervor. Endlich verdient auch noch die Vereinigung der beiden Seitenäſte des Unterkiefers inſofern unſere Aufmerkſamkeit, als dieſelbe in ſehr vielen Gattungen, z. B. in den reißenden Thieren, Wiederkäuern, Nagern u. ſ. w. niemals vollkommen zu Stande kommt, als folglich bei vielen Thieren auch in ſpätern Alter noch dieſe Seitenſtücke, wie in vielen Amphibien und Fiſchen ſehr leicht getrennt werden können, und demnach auch hier wieder der Zuſtand, welcher im Menſchen nur einer frühern Lebensſtufe angehört, für immer bleibt.

Ueberblicken wir die Gesammtheit der verschiedenen Kopfformen in der Klasse der Säugthiere, so verdient das allgemeine Verhältniß der Schädel zu den Antlitzknochen einige genauere Erwägung. In den frühern Klassen zeigt sich nämlich der Schädel, der Masse nach, immer als untergeordneter Theil, die Kiefer treten stark hervor, und eine Linie vom vorspringendsten Theile des Stirnbeins bis zur vordersten Spitze des Oberkiefers gezogen, wird dem Horizonte beinahe parallel gefunden. Diese beiden Umstände treten aber in der Klasse der Säugthiere auf eine sehr verschiedene Weise hervor.

In den meisten Säugthiergattungen sind die Augenhöhlen noch wie in Fischen und Amphibien an die Seite des Schädels verwiesen; erst in den Makis und Affen treten die Augenhöhlen sich näher, werden geschlossener, ja der Winkel ihrer Axen wird spitzer als im Menschen.

Das Oberarmbein betreffend, so zeigt dies bei Säugthieren, wie schon in mehrern frühern Klassen im Wesentlichen den menschlichen Typus; vorzüglich da, wo das Vorderglied zum Fliegen (wie bei den Fledermäusen) oder mehr zum Ergreifen (wie in den Affen, mehrern Nagern und Carnivoren) benutzt wird. Wo hingegen, fast nach Art der Fische, das Vorderglied sich nicht vollkommen entwickelt (wie in den Fischzitzthieren) da ist auch der Oberarmknochen kurz und verkümmert. Die Vorderarmknochen verschmelzen in den Fischzitzthieren noch so ganz mit den Oberarm- und Handwurzelknochen, und sind so platt gedrückt, daß das ganze Vorderglied dadurch wieder auffallende Aehnlichkeit mit den Flossenknochen mehrerer Fische erhält. Etwas mehr sind die Ellbogenröhre und Speiche in den Amphibien-Zitzthieren (z. B. Seehund und Lamantin) entwickelt. In den Trägen und Faulthieren ist die Trennung der Vorderarmknochen sehr deutlich, in den letztern sogar eine sehr freie Rotation vorhanden. Dasselbe gilt von den mehrsten Affen. Rücksichtlich der Handwurzelknochen sind die Säugthiere den Amphibien ähnlicher, als den Vögeln, in deren sonderbarer, nach auswärts gezogenen Hand nur zwei Handwurzelknochen gefunden wurden. Bemerkung verdient es, daß in mehrern Gattungen, vorzüglich in den Affen, den reißenden und mehrern Hufthieren u. s. f. das Erbsenbein (os pisiforme) beträchtlich hervorragt, und indem sich Beugemuskeln der Hand daran festsetzen, dasselbe für die Hand, was die Ferse für den Fuß ist. Die Form der Hand und ihrer Knochen ist in den Säugthieren äußerst verschieden, indem auch hier deutliche Annäherungen an die verschiedenen frühern Klassen sich vorfinden. Der Flossenbildung der Fische schließen vorzüglich die Hände der Floßthiere sich an. Als Nachbildung der platten rundlichen Hand der Schildkröten können wir ferner die schaufelförmige Hand des Maulwurfs anführen. Eben so dient denn auch ferner die Hand der Frösche und Eidechsen den Vorderfüßen der

meiſten Nagethiere zum Vorbild. Am beſtimmteſten wiederholt jedoch die Hand der Fledermäuſe die der Vögel. Auch in den übrigen Huf- und Nagethieren finden ſich noch ſonderbare Bildungen der Hand vor. Noch beträchtlicher iſt jedoch die Veränderung der Handform in den Hufthieren.

Die vornehmſten Eigenthümlichkeiten des Menſchenſkelets beziehen ſich darauf, wodurch der aufrechte Gang und Stand begründet wird. Die Bedeutung dieſer Stellung ſcheint es aber zu ſeyn, daß dem höchſten, dem edelſten Organe, der Hirnmaſſe, auch der höchſte, der vornehmſte Ort gegeben, dieſelbe von der Erde am weiteſten entrückt, dem Lichte am vollkommenſten zugekehrt werde. Daher im Menſchenſkelete die ſchöne ſphäriſche Form des dem Gipfel der Geſtalt aufgeſetzten eigentlichen Schädels (der verbundenen Schädelwirbel), in welchem auf der Mitte ſeine Grundfläche ſenkrecht die freie Wirbelſäule ſich anfügt; daher denn ferner die im menſchlichen Ideale ſenkrecht (der Rückenlinie parallel) herabſteigende Geſichtslinie, die ſo vollkommen untergeordneten Kiefern, die hervorragende Naſe und ſenkrechte Fläche des Kinns. Am Rumpfe ſehen wir den breiten Rücken und die breite gewölbte Bruſt als dem Menſchen vorzüglich eigen, noch mehr aber finden wir in Bezug auf die aufrechte Stellung die Form des Beckens verändert, das Kreuzbein breit und gewölbt, das Schwanzbein hingegen kurz und im Fleiſche verborgen, folglich die Wirbelſäule, welche anfänglich faſt einziges äußeres Bewegungsglied war, von dieſer Function gänzlich befreit u. ſ. w.

Wir finden in den Gliederthieren, gemäß der Gliederung ihres ganzen Körpers, ein gegliedertes Nervenſyſtem, die Ganglienkette. Jedes Körperglied beſitzt hier zwar ein nerviges Centrum und Nervenzweige, welche den Speiſekanal umfaſſen, allein nur im Kopfgliede findet der Nervenknoten auf der Rücken- oder Lichtſeite ſich vor, dahingegen die Ganglien der übrigen Körperglieder auf der Bauchſeite ſich anlegen. — Auch in den höhern Klaſſen iſt die Gliederung des Körpers geblieben, und vorzüglich war ſie in der Form des Gerippes, in der Zuſammenſetzung der Wirbelſäule, in den einzelnen Rippen-, Kiefer- und Gliederbögen deutlich zu erkennen. Allein auch im Nervenſyſteme iſt ſie keineswegs verſchwunden, jeder durch einen Wirbel, und durch die zugehörigen Bögen beſtimmte Körper-Abſchnitt zeigt auch hier eine beſondere nervige Centralmaſſe, und ein den Darm mittel- oder unmittelbar umſchließendes Nervenpaar, nur mit dem Unterſchiede, daß alle dieſe Centralmaſſen jetzt an der Rückenſeite gelagert ſind und daß ſie alle zu einer einzigen Maſſe (Hirn- und Rückenmark) zuſammenſchmelzen,

so wie ein ähnliches Umwandeln der untern Ganglienkette zu einem Markstrange schon im Regenwurme, in Krustenthieren und in Insektenlarven vorkam. Als eine Folge dieses Zusammenschmelzens haben wir es zu betrachten, wenn im Rückenmarke die einzelnen Glieder der Ganglienkette allerdings fast nur noch aus dem Aussenden der Nervenpaare und der Gliederung ihres Wirbelkanals erkannt werden können; dahingegen stets, sobald in den besondern Centralmassen (wie immer Hirn, zuweilen aber auch im Rückenmarke) eine höhere Entfaltung beginnt, die deutlichere Sonderung der einzelnen Massen nicht mehr zu erkennen ist. — So wie nun aber Nervenleben nach Außen nur unter der Form des Sinnes und der Bewegung sich offenbart, so trennt sich die Gesammtheit der an der Rückenseite gelagerten nervigen Centralmassen, in die der Sinnesnerven, und die der Bewegungsnerven, von denen die ersteren als Hirn die Schädelwirbel einnehmen (so wie der Hirnknoten in Weich- und Gliederthieren stets die wichtigsten Sinnesnerven abgab) dahingegen die letztern als Rückenmark den Rückgratskanal erfüllen (so wie das Rückgrat ursprünglich als wichtigstes äußeres Bewegungsglied erschien). Vom Hirne gehen aber immer aus die Nerven des Gehörs, Gesichts und Geruchs, und die Zahl seiner Hauptmassen wird hierdurch allerdings namentlich auf drei festgesetzt. Allein, auch das Rückenmark wird eine besondere Centralmasse im Hirne finden, theils insofern es Centrum der Bewegungskraft ist, theils insofern durch dasselbe die an Bewegung geknüpfte Sinnesart des Getasts dem Bewußtseyn (welches doch nur in der höchsten nervigen Centralmasse anzunehmen ist) sich mittheilt. — Wir würden daher im Hirne eine Haupt-Abtheilung als Ganglien der Riechnerven, die zweite als Ganglien der Sehnerven, die dritte als Ganglien der Hör-, Tast- und Bewegungs-Nerven (der letztern beiden mittelst des Rückenmarks) aufführen dürfen; und sehen wir dann endlich eine höchste Centralmasse für die sämmtlichen übrigen Theile, durch ausgezeichnete Entwicklung einer einzigen Hirnmasse gebildet, so muß dadurch eine immer vollkommnere Unterordnung, eine immer bestimmtere Centricität im Nervensysteme erreicht werden. Allein Nervensystem ist nicht bloß Centrum des animalen Lebens, es ist organisches Centrum überhaupt, und auch in die vegetative Seite muß es sonach thätig und leidend eingreifen. Aeußerst bedeutungsvoll ist es daher, wenn wir in den höhern Thierklassen für die vegetativen Funktionen ein eigenes Nervensystem entstehen sehen, welches theils durch stete Umschlingung des Darmkanals und der Gefäße, theils durch den Typus der Ganglienkette die Nervenform der tiefern Klassen auf das Bestimmteste wiederholt, und welches dem höhern centralen Systeme wieder vorzugsweise durch das Rückenmark (als das untergeordnete Gebild) verbunden ist.

Beide Abtheilungen der großen längs dem Rücken gelagerten nervigen Centralmasse behaupten bei Fischen noch fast ganz gleichen Rang, denn wenn auch das Hirn durch

seine Ganglienbildung, dem Baue nach, weit überwiegend genannt werden darf, so ist doch die größere Masse fast immer auf der Seite des Rückenmarks. Dieses letztere nämlich erstreckt sich hier, mit wenigen Ausnahmen, immer durch die ganze Wirbelsäule, folglich auch (was in höhern Thieren nicht mehr der Fall ist) durch die Schwanzwirbel, so daß es denn bei der großen Wirbelzahl allerdings eine bedeutende Länge erhält. Besonders kurz im Verhältnisse zum Wirbelkanal wird das Rückenmark nach Herrn Arsaky bei einigen Knorpelfischen (Tetrodon Mola und Lophius piscatorius) gefunden, und die Nervenpaare desselben bilden daher hier bereits eine Art von Pferdeschweif wie im Menschen. Dafür ist jedoch in eben diesen Gattungen die obere Fläche des Rückenmarks mit mehrern ganglienförmigen Anschwellungen versehen, und so scheint dieser Theil folglich, wenn er an Masse dem Hirne mehr untergeordnet wird, an Ausbildung ihm desto ähnlicher zu werden, wodurch die Differenzirung zwischen Hirn und Rückenmark vermindert ist.

Wenig anders als eine Reihe von Ganglienpaaren auf der obern Seite der Rückenmarksstränge erscheint in den Fischen das Gehirn, und es springt in die Augen, daß durch diese Anordnung der einzelnen Hirnmassen hinter einander, nicht unter einander, diese Gestalt des Hirnes sich eben so sehr von der sphärischen Form des ausgebildeten menschlichen Hirns entfernt, als sie sich der des Hirns im sehr frühzeitigen menschlichen Embryo annähert, in welchem sie übrigens auch durch eine geringere Entwicklung weißer Fasersubstanz übereinkommt.

Rückenmark und Gehirn sind in den verschiedenen Gattungen der Vögel mit außerordentlicher Gleichförmigkeit entwickelt, und im Verhältnisse zum ganzen Körper bedeutender als bei frühern Klassen. Das Hirn ist durch Kugelgestalt und größere Breite schärfer vom Rückenmarke gesondert, ja selbst, was in den frühern Klassen noch nicht der Fall war, an Masse das Rückenmark überwiegend, letzteres indeß doch auch, nebst dem kleinen Gehirn, auf so vorzügliche Weise entwickelt, daß man darin das Entsprechen der außerordentlichen Entfaltung des Bewegungssystems keineswegs verkennen wird.

Weder durch größere Masse, wie in Fischen und Amphibien, noch durch größere Entwicklung einzelner Stellen, wie im Vogel, ist in der Klasse der Säugthiere das Rückenmark dem Hirne vergleichbar, und so sehen wir denn nach und nach die vollkommenste Unterordnung des Rückenmarks unter das Hirn erfolgen. Uebrigens hat auch das letztere nicht nur an innerer Ausbildung noch vieles gewonnen, sondern ist selbst im Verhältnisse zur Körpermasse beträchtlicher geworden, obschon in dieser Hinsicht mitunter bereits die Klasse der Vögel jener der Säugthiere beikömmt.

Die Masse des kleinen Hirns ist im Verhältnisse zu der übrigen Hirnmasse bei Säugthieren größer, als im Menschen, wo die Hemisphären sich so bedeutend entwickeln.

Wie im Menſchen liegt auch ſchon in den Säugethieren das Halsſtück des ſympathiſchen Nerven nicht mehr unmittelbar auf der Wirbelſäule, und die Zahl ſeiner Knoten entſpricht in dieſer Gegend der Wirbelzahl nicht mehr.

Im Nervenſyſteme als dem Inbegriffe der edelſten organiſchen Gebilde, ſpricht ſich auch die Vollkommenheit menſchlicher Organiſation am beſtimmteſten aus; und zwar vorzüglich durch die beſtimmteſte Erſcheinung der Einheit in der Mannigfaltigkeit beſonderer Theile, nämlich durch geſteigertes Centraliſiren und Differenziren. — So iſt denn auch im Menſchen nicht nur das Hirn im Verhältniß zum ganzen Körper, ſondern hauptſächlich im Verhältniß zu den einzelnen zärtern Nerven, wie zum Rückenmarke, bedeutend groß. Ja, wenn in erſterer Hinſicht gewiſſe Thiere noch dem Menſchen gleichkommen, ſo kennen wir dagegen durchaus keines, wo das Hirn in jeder Rückſicht ein ſo beſtimmtes Uebergewicht über die Nerven und das Rückenmark zeigte, als hier. Auch eine nähere Betrachtung einzelner Theile wird den Satz, daß vollendetere Centrizität die nervigen Gebilde im Menſchen charakteriſire, beſtätigen. So ſcheint z. B. das vollkommene ausgebildete menſchliche Rückenmark theils durch den (bereits den meiſten Vertebraten eigenen) Mangel beſonderer ganglienförmiger Anſchwellungen für die einzelnen Nervenpaare, theils durch das gänzliche Verſchwinden des noch den Säugthieren gewöhnlichen Rückenmarkkanals, theils durch ſein Zurückziehen aus den untern Gegenden der Wirbelſäule, gerade eben ſo ſehr, als durch ſeine im Verhältniſſe zum Hirne geringere Dicke und Maſſe, ſowohl der Natur eines bloßen Nerven ſich mehr zu nähern, als dem Hirne ſich um ſo vollkommner unterzuordnen. — So finden wir im Hirne ſelbſt, von der dritten Hirnmaſſe, das kleine Hirn, als nächſtes Centrum des Rückenmarks, der Hör- und Taſtnerven, vorzüglich, und zwar beſonders durch Ausbildung der mit dem ſogenannten Cillarkörper verſehenen Seitenlappen, entwickelt. Ferner ſehen wir aber auch das kleine Hirn, ſo wie die zweite Hirnmaſſe, der ſo außerordentlich ausgebildeten Hemiſphäre im eigentlichſten Sinne untergeordnet. Wir finden die Hemiſphären ſelbſt rückſichtlich ihrer Geſtalt der (für die animale Sphäre charakteriſtiſchen) Kugelform genähert, an Maſſe außerordentlich vergrößert, und der Bedeutung bloßer Riechnervenganglien völlig entrückt, ja unläugbar (obſchon zunächſt Centrum für Geruchs- und Sehnerven) als höchſte Centralmaſſe des geſammten Nervenſyſtems, und in den drei Lappen einer jeden Hemiſphäre gleichſam die drei urſprünglich bloß hinter einander liegenden Hirnmaſſen wieder abbildend.

Wie wir ſchon bei den Thieren ohne Rückenwirbel die Bemerkung machen konnten, daß oft nur die geſammte, mehr oder weniger empfindliche, durch willkürliche Muskeln

bewegte Körperoberfläche als allgemeines Taſtorgan betrachtet werden könnte, dahingegen beſondere taſtende Glieder gänzlich fehlten; ſo auch in vielen Gattungen der höhern Thiere, von denen man ſogar im Durchſchnitte anzunehmen berechtigt iſt, daß dieſer Sinn, welcher in manchen Weichthieren, Kruſtenthieren und Inſekten bereits auf ſo vollkommene Weiſe entwickelt war, zuweilen entweder gänzlich mangle oder höchſt unzulänglich vorhanden ſey. Nur erſt in einigen menſchenähnlichen Thieren, vorzüglich aber im Menſchen ſelbſt, tritt er dann in beſonderer Entwicklung hervor, ja vermag hier durch Uebung oder Bedürfniß (z. B. bei mangelndem Geſichtsſinne) zu einer faſt unglaublichen Schärfe ſich auszubilden.

Intereſſant iſt es, daß die Secretionen am Geruchsorgane (wenigſtens im Elephanten, indem ſie beim Männchen zur Brunſtzeit vorzüglich ſtark ſind) eine ſehr beſtimmte Beziehung auf die Geſchlechtsfunktion haben, und ſo folglich noch in der Nachbildung eines urſprünglichen Geruchsorgans, ein Verhältniß zu den Geſchlechtsorganen ſich zeigt, welches auch in ſo mancher anderer Hinſicht zwiſchen Geſchlechts- und Geruchsſinn nicht zu verkennen iſt.

Sehr deutlich zeigt ſich, wie das Gehörorgan in der Thierreihe von innen nach außen ſich entwickelt, wie im Fiſche faſt nur das häutige Labyrinth vorhanden iſt, im Amphibium und Vogel die Paukenhöhle hinzutritt und das Hörknöchelchen des runden Fenſters (das innerſte in höhern Thieren) zuerſt gebildet wird, wie endlich auch ein äußerer Gehörgang ſich zu entwickeln beginnt, und ſelbſt beim Krokodil und den Eulen Andeutungen eines äußern Ohrs ſich vorfinden. In den Säugthieren nun, wo das Labyrinth noch mehr ſich entfaltet, wo die Paukenhöhle beſtimmter vom Kiefergelenk getrennt iſt, deſſen Knochen noch im Vogel und mehrern Amphibien, z. B. im Froſche, dieſelbe weſentlich bilden helfen, und wo der äußere Gehörgang ſelbſt gewöhnlich als knöcherne, nach außen knorplige Röhre gefunden wird, in dieſen ſehen wir die Reihe jener Organiſationen mit der Bildung einer beweglichen knorpligen Ohrmuſchel beſchloſſen, durch welche, als ein den Schall conzentrirendes Organ, erſt das ganze Gehörwerkzeug ſich vervollſtändigt.

Was die Eigenthümlichkeiten des menſchlichen Hörorgans betrifft, ſo ſcheint es wohl allerdings, wenn man die Größe und Beweglichkeit der äußern Ohren vieler Säugthiergattungen, die Geräumigkeit ihrer Paukenhöhle, die ſtärkern Muskeln der Hörknöchelchen (welche doch zum großen Theil als Spannapparat des Trommelfells wirken) ferner die oft freier liegenden, zuweilen auch an und für ſich größern Theile des Labyrinths, ſo wie die gleich den meiſten Nerven im Verhältniſſe des Hirns ſtärkern Hörnerven, und endlich das Eintreten von Seitenläppchen des kleinen Hirns zwiſchen die Bogengänge erwägt, zugegeben werden zu müſſen, daß das Gehörorgan hier oft zu ſchärfern Wahrnehmungen

geeignet sey, als im Menschen. Wie also etwa der Sinn des Geruchs im Menschen an Schärfe zu verlieren schien, weil eine zu heftige Sinnesaffection dieser Art die Function der großen Hirnhemisphären beeinträchtigen müßte, Bewußtseyn verdunkeln, betäuben könnte, — so mußte wohl im Menschen auch durch fast aufgehobene Beweglichkeit des äußern Ohrs, engere Paukenhöhle und kleineres Labyrinth, so wie durch Zurücktreten der sogenannten Flocken des kleinen Hirns aus den Gruben des Felsenbeins die Schärfe des Gehörs vermindert werden; denn, wie starke Gerüche durch Affectionen der Hemisphären Betäubung, so scheinen starke Klänge, durch Affection des kleinen Hirns (des Focus bewegender Kraft) vorzüglich das Gefühl von Schwäche, kurz die Furcht (welche bekanntlich durch den Sinn des Gehörs immer vorzüglich entsteht) aufzuregen. Daß hingegen das menschliche Ohr durch jene Art seiner Organisation vorzüglich geschickt werde, die verschiedenartigsten Klänge und Modulationen der Töne zu unterscheiden, läßt sich zum Theil wohl schon aus der hohen Bildungsfähigkeit der menschlichen Stimme abnehmen, welche in diesem Grade sonst in keiner Gattung gefunden wird.

Es ist merkwürdig, daß wenn alle andere Thierklassen, augenlose Geschöpfe, oder Thiere mit vollkommen durch Haut bedeckten Augen aufzählen, die der Vögel, deren eigentliches Element Luft und Licht zu seyn scheinen, durchaus lauter mit wohlgebildeten Augen versehene Gattungen in sich faßt.

Der Glaskörper ist im Auge der Vögel, im Verhältnisse zur Linse, allerdings bedeutender, als in den niederern Klassen, obwohl er dem der Säugthiere noch um vieles nachsteht. Die Krystallinse ist ebenfalls mehr, als in den niedern Klassen, platt gedrückt, und zeigt hier (besonders im Falkenauge) die Zusammensetzung aus conzentrischen, von Pol zu Pol laufenden Fasern mit ausgezeichneter Deutlichkeit. Der feste durchsichtige Kern, welcher im Auge mehrerer Fische und Amphibien sich vorfindet, läßt sich in der Linse des Vogelauges nicht wahrnehmen. — So treffen wir also im Sehwerkzeuge dieser Klasse auf mehrere bedeutende Eigenthümlichkeiten, und dürfen es wohl nicht verkennen, wie sehr dieselben mit der durch stark hervorgehobene Gefäß-, Athmungs- und Bewegungsthätigkeit ausgezeichneten allgemeinen Organisation übereinstimmen. In der geringen Fläche der Netzhaut, in den größern Gefäßen, Gefäßhautfortsätzen (Ciliarkörper und Fächer), in der starken Beweglichkeit der Iris und dem Hornhautmuskel ist dies vorzüglich ausgesprochen. Ja selbst die stärkere Ausscheidung von Kohlenstoff, in Form des auf größern Flächen sich anlegenden schwarzen Pigments, stimmt wohl mit der überwiegenden Respiration (zum Theil auch Kohlenstoffausscheidung) im ganzen Körper zusammen.

Es lassen sich im Sehorgane der Säugthiere manche deutliche Anklänge an die Augenbildung frühever Klassen nicht verkennen, obschon sich wohl behaupten läße, daß erst

in dieſer Klaſſe das Auge, durch vollkommnere Beweglichkeit, Verſchwinden aller knöchernen Gebilde, Zurücktreten der im Vögelauge vorherrſchenden Gefäßhäute, und entwickeltern Thränenorgane, die höhere Bildung erreiche, ja daß es endlich als Menſchenauge überhaupt zum edelſten Sinnesorgan geſteigert wird, und zwar, nicht ſowohl durch eine ganz eigenthümliche Organiſation, als vielmehr durch innigere Belebung, durch den Blick, in welchem die feinern Regungen des Gemüths ſo viel klärer, als bei den Thieren, ja faſt hüllenlos ſich ausſprechen.

Die Erſcheinungen der ſogenannten elektriſchen Organe am Zitterrochen u. ſ. w. wiederholen ſich in höhern Klaſſen durch elektriſches Leuchten der Augen u. ſ. w. einigermaßen durch zoomagnetiſche Einwirkungen des Menſchen.

Merkwürdig iſt die Verſchiedenheit, welche in der Anordnung und Stärke der Muskeln beider Geſchlechter ſchon bei Amphibien ſich vorfindet. So wie bei höhern Klaſſen die Gegend der Reſpirationsorgane beim Männchen, die Bauchgegend beim Weibchen mehr entwickelt iſt, und beim erſtern auch in Uebereinſtimmung mit der ausgedehntern Athmungsfunction die Muskeln ſtärker ſich ausbilden, ſo findet ſich dies z. B. auch bei Fröſchen bereits unverkennbar in der geſammten Körperbildung ausgeſprochen.

Der ſchnellere Umtrieb eines ſehr warmen, ſauerſtoffreichen Blutes, die lebhaftere ausgedehntere Reſpiration und der höhere Stand des Nervenſyſtems ſtimmen überein mit der bei den Vögeln gleichzeitig hervortretenden außerordentlichen Entwicklung der Bewegungswerkzeuge überhaupt und des Muskelſyſtems (vorzüglich in Bruſt und Schwanz) insbeſondere; eine Eigenthümlichkeit, worin die Annäherung an die ihnen im niedern Thierreiche am meiſten entſprechende Ordnung der Inſekten wieder deutlich ſich nachweiſen läßt.

Gegen die Muskelbildung und Kraft der Vögel zeigt ſich die der Säugthiere nicht unbeträchtlich zurückgeſetzt, die Muskelfaſer iſt nicht ſo dicht, gewöhnlich weniger dunkelroth gefärbt, die Sehnen ſind nicht ſo zum Verknöchern geneigt, und die Muskelreizbarkeit einzelner Theile länger ausdauernd.

Vorzüglich darin iſt die höhere Bedeutung des Bewegungsſyſtems im Menſchen zu erkennen, daß es nicht mehr bloß und allein für den Ausdruck des Willens für mechaniſche Uebertragung innerer Kraft an Aeußeres, für die wirkliche That, beſtimmt iſt, ſondern daß hier die Bewegung als ſolche (gleich dem Blicke des Auges) zum Spiegel des Gemüthes werden, ſich zur bedeutenden Gebehrde erheben kann, und wie demnach in dem verfeinerten Bewegungsvermögen die Fähigkeit zu ſo unzähligen und

verschiedenen Kunstdarstellungen gegeben ist, so kann nun zugleich die Bewegung an sich selbst zu einer künstlerischen Bedeutung, zur Mimik erhoben werden.

Fast alle bei frühern Klassen sichtbaren Gestalten des Speisekanals, so wie noch eine Menge neuer eigenthümlicher Bildungen dieser Organe, finden sich in den mannichfaltigen Geschlechtern der Insekten. Schon die Kau-, Schling- und Saugwerkzeuge bieten hier so ausgezeichnete Verschiedenheiten dar, daß neuerlich das System der Entomologie vorzüglich nach diesen Theilen geordnet worden ist. So wie Skorpione, Spinnen, Tausendfüße durch ihre ganze Körperform den Krustenthieren am meisten verwandt sind, so auch durch die Weise ihre Nahrung aufzunehmen, durch die Entwicklung starker Kauwerkzeuge u. s. w. In den Aderflüglern (Hymenoptera) sehen wir das Thier schon zum Theil von der gröbern Nahrung sich entfernen, mehr von Säften lebend, und der wahrhaft ätherischen Natur der vollkommensten Insekten genähert. Dabei tritt jedoch wieder jene Art der Stoffaufnahme hervor, welche wir auf den untersten Stufen des Thierreichs bemerken können, indem wieder Saugwerkzeuge, obwohl neben Beißwerkzeugen, sich ausbilden. Die Saugwerkzeuge entwickeln sich dann in den Halbflüglern (Hemiptera) und Zweiflüglern (Diptera) mehr, und zeigen sich endlich in den vom Bedürfnisse irdischer Nahrung fast gänzlich befreiten Schmetterlingen am vollkommensten und zugleich völlig unbewaffnet. In den Larven der letztern wiederholt sich jedoch abermals die tiefere Bildung, und wir finden die Raupe mit starken Kiefern versehen.

In der Larve der Netzflügler ist der ganze Darmkanal dick, vorzüglich aber ist hier die eigentliche und ursprüngliche Bedeutung des Dickdarms recht bestimmt hervorgehoben, indem wir in demselben den Sitz des Respirationsorgans (kleiner Kiemenblättchen) vorfinden, und so durch dieses Darmstück jene frühern Bildungen wiederholt sehen, wo entweder der Darm gerade in die Kiemenhöhle sich öffnet, oder doch After oder Kiemenhöhle, oder Kiemen in enger Beziehung bleiben.

Die Bedeutung der Giftorgane und Spinnwerkzeuge bei Insekten anlangend, so können sie eines Theils gleich mancher andern Sekretion in der Gegend des Afters, an das vielfältig zu bemerkende Verhältniß zwischen Darmende und Respirationsorgan, das ist an die so gewöhnliche Wiederholung von Respiration durch Secretion erinnern; andern Theils aber sehen wir auch eine große Analogie zwischen ihnen und den Speichel- und Giftwerkzeugen des Mundes, indem bei den Spinnen die Kinnbacken gerade so, wie im Skorpion der After bewaffnet sind, indem der Stachel der Bienen mit dem Stechrüssel

der Mücken viel Aehnliches hat, und indem endlich in den Larven der vollkommenen Insekten sich gewöhnlich ähnliche Spinnwerkzeuge am Munde, wie bei den Spinnen am After vorfinden.

Die Seitenhälften der Fischkiefern (gleich denen der höhern Klassen) erhalten ihre Erklärung vorzüglich durch die Form der seitlichen Kiefern der Gliederthiere. Wollte man die Knochen der Mundhöhle in den vier höhern Thierklassen noch genauer mit den Freßwerkzeugen der Krustenthiere und Insekten vergleichen, so würde man die Seitenbögen des Oberkiefers als den Kinnladen (Maxillae), das (in den Fischen noch häufig beweglich mit dem Oberkiefer verbundene) Zwischenkieferbein als der Oberlippe, die Seitenbögen des Unterkiefers als den Kinnbacken (Mandibula), das Zungenbein als der Unterlippe jenen niedrigern Thiergattungen entsprechend zu betrachten haben.

Die Rachenhöhle der Fische anlangend, so ist dieselbe eigentlich von der Mundhöhle noch durchaus nicht geschieden, sondern nur durch die Seitenöffnungen der Kiemen bezeichnet.

Merkwürdig ist ein gewisser sackförmiger Anhang der Speiseröhre, der sogenannte Kropf, (Ingluvies) welcher sich vorzüglich bei den körnerfressenden, zum Theil aber auch bei den fleischfressenden Vögeln, jedoch in letztern mehr als eine gleichförmige Erweiterung des Speisekanals vorfindet. Fragen wir nach der Bedeutung dieses Organs in der Entwicklungsgeschichte des Thierkörpers, so müssen wohl vorzüglich die schon in den tiefern Klassen vorkommenden, als Kröpfe gebildeten, Kiemensäcke (z. B. der Ascidien) berücksichtigt werden. Wie nämlich die Entstehung des Dick- und Blinddarms (ein Kropf des Afterdarms) sich aus der bei andern Gattungen der untern Thierklassen (z. B. der Holothurien und Insektenlarven) vorkommenden Endigung des Darms in die Kiemenhöhle ergibt, so der Kropf aus dem (andern Gattungen eigenen) Anfange des Darms aus derselben. Uebrigens kommen auch in mehrern Insekten schon ähnliche, obwohl gewöhnlich nur Luft führende, gleich Lungen zum Saugen dienende Anhänge der Speiseröhre vor; und indem wir also in mehrerer Hinsicht eine gewisse Beziehung zwischen der Erweiterung der Speiseröhre in den Vögeln, und frühern Kiemenhöhlen und Luftbehältnissen antreffen, werden wir zugleich die bei Tauben beobachtete merkwürdige Erscheinung einer vermehrten milchartigen Absonderung im Kropfe, welche zur Zeit des Auskriechens der Jungen aus den Eiern Statt hat, und anfänglich zur Ernährung derselben verwendet wird, weniger überraschend finden, da Athmungsorgane und Zeugung-

oder auch Ernährung des Jungen, überhaupt in vieler Hinsicht eine höchst merkwürdige Verwandtschaft zeigen.

Die Auszeichnung der menschlichen Dauwerkzeuge besteht weder in der Stärke der Kieferbewaffnung und Muskelkraft der Kiefern, noch im zusammengesetzten Bau des Magens, noch in der Länge und Geräumigkeit des Darms, sondern es wird wieder nur höhere Entwicklung der Nerventhätigkeit, welche im Allgemeinen den Menschen charakterisirt, auch hier das Bezeichnende bilden. Sie tritt aber insbesondere am Kopfende des Darmkanals hervor, um sich als eigentlicher Darmsinn, Geschmackssinn zu zeigen, und leicht ist es nachzuweisen, daß in keinem Thiere durch Zartheit des Organs eine so ausgezeichnete Entwicklung dieses Sinnes als im Menschen begünstigt wird. Ein auch allerdings merkwürdiger Beleg zu dem Gesetze der stufenweise erfolgenden Entwicklung der Organismen ist es übrigens noch, wenn wir finden, daß das neugeborne Kind rücksichtlich der Art seiner Stoffaufnahme wieder ganz den tiefern Thierklassen sich annähert, und bei mangelndem Gebisse nur saugend, wie ein Polyp oder Wurm sich ernährt.

Wie das Thier durch Bedürfniß der Nahrung an die Erde geheftet ist, so durch Bedürfniß der Athmung an die Atmosphäre. Beides sind gleich wichtige Bedingungen der Lebenserscheinungen, indem sie den steten Stoffwechsel des Körpers, obwohl auf verschiedene Weise unterhalten. Bei Verdauung, wie bei Athmung, werden zwar äußere Stoffe aufgenommen, und innere ausgestoßen, allein durchaus in umgekehrtem Verhältnisse; indem bei der Athmung (das ist Wechselwirkung zwischen Individualität und Totalität) die Ausscheidung und Verflüchtigung eben so überwiegt, als bei der Verdauung d. i. Wechselwirkung zwischen Individuellem und Partiellem) die Aufnahme und Aneignung. Sey daher auch das Thier möglichst einfach, der fortdauernde Wechsel organischer Masse wird nothwendig Statt finden, und wenigstens der Gegensatz zwischen Aufnahme und Aussonderung gegeben seyn müssen. Indem aber Athmung eben als erste und ursprüngliche, durch das Verhältniß des Thieres zu seiner Umgebung begründete, und durch vorher gegangenen Zutritt eines atmosphärischen Stoffes (Sauerstoffs) vermittelte Aussonderung zu betrachten ist, erscheinen die übrigen Aussonderungen im Körper als Wiederholung jener ursprünglichen, und die Secretionsorgane als Metamorphosen der Respirationsorgane. Die hieher gehörigen Organe lassen sich nun am füglichsten in der Ordnung betrachten, daß zunächst die ursprünglich der innern aufsaugenden Darmfläche entgegengesetzte ausscheidende Hautfläche nach ihren verschiedenen Verwandlungen in der Thierreihe beschrieben wird, und dann erst von den aus dieser

Fläche bald nach Innen, bald nach Außen ſich entwickelnden Fortſätzen geſprochen wird, welche theils als Lungenhöhlen, theils als blattartige, an das Pflanzenblatt (das vorzüglichſte Reſpirationsorgan der Pflanze) erinnernde Kiemen erſcheinen, die Function der Haut mit größerer Energie fortſetzen, und als eigentliche Athmungsorgane anzuſehen ſind. Ferner laſſen ſich die Wiederholung dieſer letztgenannten Organe in den übrigen Syſtemen (die Secretionsorgane) betrachten, welche Folgende ſind: Erſtens die Wiederholung der Reſpirationsorgane im Darmſyſtem (wohin die mit dem Darmkanal verbundenen, für Verdauung ſelbſt höchſt wichtigen Secretionsorgane, Speicheldrüſen, Leber u. ſ. w. gehören), und zweitens, die Wiederholung der Reſpirationsorgane im Geſchlechtsſyſteme (wohin die Harnwerkzeuge gerechnet werden müſſen). Auch die Geſchlechtsfunction ſelbſt iſt eigentlich weſentlich in Ausſcheidung begründet, und von hier aus wird vorzüglich der Zuſammenhang, der zwiſchen Zeugung, Jungenernährung und Athmung ſich häufig bemerken läßt, erklärlich.

Zum reichſten Farbenſchimmer, ſo wie zu den zarteſten und vielfachſten Productionen entfaltet ſich das Hautorgan in den Schmetterlingen; das Schleimnetz, welches auch in den Gliederthieren erſte Grundlage der Haut bleibt, gerinnt nicht bloß zu einer weichern hörnigen Schale, ſondern theils ſammtartige, einfache Haare, theils veräſtete Haare (Feder), theils kleine geſtielte Hornſchüppchen, in welchen ſich ſehr verſchiedene Formen der Pflanzenblätter zu wiederholen ſcheinen, erheben ſich über die Oberfläche, überziehen ſelbſt die zarten Flügelhäute, und bilden den Farbenſtaub, welcher die zierlichſte Abwechslung in der Zeichnung dieſer, faſt wieder zu Blumen gewordenen Thiere, begründet.

Es verhält ſich die Beſchaffenheit der Haut und Schuppen bei Schlangen und Eidechſen ganz wie in den meiſten Grätenfiſchen, ja die immer einem Rückenwirbel und Rippenpaar entſprechenden Bauchſchilder der Schlangen mahnen auf das Beſtimmteſte an die Körpergliederung der Würmer, wobei es bemerkt zu werden verdient, daß dieſe Wiederholung einer ſo niedrigen Form nur an der Erdſeite vorkommt, da die auch hier dunkler oder doch bunter gefärbte Lichtſeite ganz von einzelnen Schuppen bekleidet wird.

So wie die Inſekten durch die beſondere Entwicklung ihrer Hautbildung unter den wirbelloſen Thieren ſich auszeichnen, ſo unter den Wirbelthieren die Vögel. Was zunächſt die Haut ſelbſt betrifft, ſo iſt ſie faſt ganz wie in der vorigen Klaſſe beſchaffen, ſogar

noch an einzelnen Gliedern schuppig (so an den Füßen) oder ganz nackt (wie am Halse mancher Geier) oder dem Knochen fest aufsitzend wie am Schnabel. Auch hier, wie in den Amphibien kann man die gewöhnlichen drei Hautschichten, ja an der untern Fußfläche wie bei einigen Eidechsen, selbst das Warzengewebe unterscheiden (so bei Kletter- und Schwimmvögeln).

Der merkwürdigste Punkt in der Organisation der Haut des Vogels aber ist die Entwicklung der Federn. Um den Uebergang zu dieser Bildung aus Früherem zu finden, müssen wir zunächst an die Verzweigung der Haare bei manchen Insekten, vorzüglich aber an das büschelförmige Hervorkeimen derselben bei andern, und schon bei Würmern zurückdenken. Auch im jungen Vogel nämlich bemerkt man zuerst, daß Büschel von weichen Haaren aus ins Fünfeck gestellten Hauptporen anstatt der Federn hervorkeimen u. s. w.

Auch rücksichtlich des Hautorgans bieten die Säugethiere Annäherungen an die frühern Thierklassen dar, indem die nackte, schleimige, ölichte Haut der Fischzitzthiere an die Rochen und Haien, die schuppige oder geschilderte Haut der Gürtel- und Schuppenthiere an die Amphibien, das mit federkielartigen Stacheln versehene Fell der Stachelschweine und Igel an die Vögel erinnert. Was die Bedeutung der Hautmuskeln betrifft, so dürfen wir wohl darin eine Wiederholung jener Muskelhaut, jenes Muskelsackes, welchen wir bei den wirbellosen Thieren oft als alleiniges Bewegungsorgan antreffen, keineswegs verkennen. Das Warzengewebe ist wie im Menschen, vorzüglich an den Organen des Tastsinns ausgebildet, und fehlt den Fischzitzthieren wie den Fischen gänzlich.

Wir können bei Säugethieren wie in den vorigen Klassen bemerken, daß immer wieder nur die Rückenfläche, die Lichtseite die tiefern Farben zeigt, dahingegen das Haar der Bauchseite fast immer weiß erscheint; ja selbst der Bau des Haares ist an der Rücken- oft mehr, als auf der Bauchseite vollendet; so finden sich z. B. die Stacheln nur auf dem Rücken u. s. w. Der behaarteste Theil am Menschen ist der Scheitel. Welche Bedeutung hat die den Menschen ausschließliche Behaarung der Genitalien? entsprechen diese an der vegetativen Sphäre des Menschen einer höhern Bedeutung? Geschlechtsliebe ist freilich nicht der bloße Ausdruck niederer Sinnlichkeit u. s. w.

Daß wir in der Regel einen ausgezeichneten Bewegungsmechanismus mit der Athmungsfunktion sich verbinden sehen, ja daß vielleicht die Zoonomie nachweisen könnte, wie sogar die ursprüngliche und erste Thierbewegung nur Respirationsbewegung sey, davon

dürfen wir wohl den Grund namentlich darin suchen, daß Respiration in der vegetativen Sphäre dieselbe Bedeutung habe, als Bewegung in der animalen, und daß daher, je weniger noch vegetatives und animales Leben auf tiefern Bildungsstufen sich gesondert haben, auch um so mehr Athmung und Bewegung, oder anderer Seits Assimilation und Sinnesthätigkeit in gleicher Entwicklung hervortreten, ja selbst bei höhern Organisationen in ihren Standpuncten sich verwandt zeigen müssen. Beispiele davon gaben in einer Hinsicht die Mollusken mit sehr entwickelten Dauungs- und Sinnesorganen; Beispiele der erstern Art finden wir in den Insekten mit möglichst entwickelten Respirations- und Bewegungswerkzeugen. Indem das Thier Bewegung ausübt, oder das eingeathmete in veränderter Gestalt ausathmet, so wirkt es central aus sich heraus auf die Außenwelt; indem es hingegen Sinnesthätigkeit ausübt (äußere Gegenstände wahrnimmt) oder die aufgenommene Nahrung assimilirt, so concentrirt es in sich hinein die Einwirkung der Außenwelt. Es ist gleichsam die Bewegung eine verthierlichte Ausathmung, oder die Ausathmung eine verpflanzlichte Bewegung; und eben so ist Sinnesthätigkeit eine verthierlichte Assimilation oder Assimilation eine verpflanzlichte Sinnesthätigkeit. Der höhere Standpunkt an der Thierbildung verkündet sich durch deutlicheres Differenziren (getrennt Erscheinen) nicht bloß an den Organen von gleicher Bedeutung, aber aus verschiedenen Sphären (Bewegungs- und Athmungsorganen, oder Sinnes- und Assimilationsorganen), sondern auch an den Organen von verschiedener Bedeutung, aber aus einerlei Sphäre (Bewegungs- und Sinnesorgan, oder Athmungs- und Assimilationsorganen.) —

Der Gegensatz zwischen Athmung und Assimilation am ganzen Thierleben, wiederholt sich durch den Gegensatz zwischen Afterfunktion und Magenfunktion an der Assimilationsfunktion insbesondere; auch wird nirgend der Magen, wohl aber das hintere Darmstück hie und da zum Athmungsorgan, z. B. bei Holothurien, beim Wetterfische, bei Libellen und Bremsenlarven.

Obwohl gerade in der Klasse der Würmer die Athmung nach und nach zu größtmöglicher Ausbildung gelangt, so finden sich dagegen doch auch in der ersten Ordnung ganze Reihen Geschlechter vor, deren Respiration durch gar keine besondere Organe vermittelt wird; es scheint, daß diese nur in andern Thieren erzeugte und lebende Geschöpfe, mittelbar, d. i. durch den Körper, in welchen sie (als auf ihrer Erde) eingewurzelt sind, mit der Atmosphäre in Verbindung treten, d. i. athmen. So wie demnach diese Thiere ganz wie ein einzelner Körpertheil (z. B. ein Darmstück, ein Gefäß) ernährt werden, so athmen sie auch nur, gleich einem solchen einzelnen Theile, nämlich, indem sie durchdrungen werden von den Säften des größern Organismus, welche selbst geathmet hatten.

An den zum Athmungsapparate der Insekten gehörigen Luftlöchern, Stigmaten und Tracheen sind die Anklänge früherer Bildungen aus der Pflanzenwelt nicht zu verkennen. Merkwürdig ist die Wiederholung der Spiralgefäße an der Form der Tracheen. Die Interpretation dieser letzten Erscheinung dringt sich uns folgendermaßen auf: Athmungsfunction ist ein Hauptmoment der vegetativen Sphäre, daher dränge sich an dem so ausgezeichneten Athmungsapparate der Insekten (wo noch mehr Annäherung zum Pflanzenleben, als in höhern Thierklassen) zum Theil auch auch die Form der Spiralgefäße mit hervor, als welche letztere, in der bloß auf die vegetative Sphäre eingeschränkten Pflanzenwelt, den höhern Standpunct des Lebens charakterisirt.

So wie in der Klasse der Amphibien überhaupt die höhere Thierformation aus dem Wasser hervor, allmählig zum Lufthier sich entwickelt, so verwandelt sich auch die Wasserrespiration nunmehr in Luftrespiration, und das Respirationsorgan wiederholt daher in seiner Form diejenige Gestaltung, welche schon frühern Klassen eigen war, wo Luftathmung (oder auch nur Lufteinathmung) Statt fand. Hieher gehören die Luft- oder Schwimmblasen der Zoophyten, die Athemhöhlen mehrerer Schnecken, die Luftröhren und Luftblasen der Insekten, die Schwimmblasen der Fische. — So wie aber schon in den Fischen, wo der wahre Respirations-, d. i. Kiemenapparat, sich bestimmter vom Darme sondert, dieser vor oder unter der Speiseröhre liegt, so auch der Luftathmungsapparat in Amphibien, Vögeln und Säugethieren, allwo er nun den besondern Namen der Lungen erhält, und dagegen dem Darmkanal kaum noch irgend einen Nachtheil am Respirationsgeschäfte zusteht. Man bezeichnet mit dem Namen der Lungen aber bald weitläuftigere, bald dichtere, Luft aufnehmende, Zellsäcke, welche durch eine bald kürzere, bald längere, bald bloß häutige, bald mit Knorpelringen versehene, und so an die Tracheen der Insekten erinnernde Luftröhre, in Mund oder Rachenhöhle einmünden, und es werden dieselben in dieser und in den folgenden Klassen nun nicht mehr bloß als Athmungswerkzeuge, sondern auch, obwohl unter dem Zutritte eigener Bewegungsorgane, und unter Modification der Räume von Mund und Nase, so wie der Zunge und Lippen, als Stimmwerkzeuge höchst wichtig. Organe für die Bildung einer wirklichen Stimme fehlen in den vier untern Klassen bis zu den Amphibien noch gänzlich, obwohl manche dahin gehörige Thiere einiges Geräusch oder einzelne Töne hervorbringen können, jedoch nicht sowohl durch eigene Stimmorgane, als durch andere, obwohl häufig zum Athmungsorganismus näher oder entfernter gehörige Theile. So lassen z. B. Schnecken zuweilen ein gewisses Rauschen hören, indem sie die zur Lufthöhle führende Oeffnung plötzlich schließen oder öffnen; so bringen viele Insekten Töne hervor, und zwar vorzüglich mittelst der Flügel, welches physiologisch nicht unwichtig ist, wenn wir bedenken, mit wie viel Recht der Insektenflügel als vertrocknete Kieme betrachtet werden kann u. s. w.

Was die Frösche und Salamander selbst betrifft, so bemerkt man an den Larven dieser, rücksichtlich der Respirationsorgane, wieder völlig den Bau der niederern Gattungen. Kiemen sprossen hier anfänglich zu beiden Seiten des Kopfes frei hervor, werden später allmälig kleiner, lassen dann, wenn das Thier bereits anfängt, Luftblasen aufzuschnappen, nur noch links am Halse eine Oeffnung übrig, durch welche Wasser ausströmt, bis auch diese zerfällt, und das Thier dann bloß auf Lungen (d. i. Luft-) Athmung beschränkt wird. Höchst merkwürdig ist es indeß, daß auch späterhin, wo das völlig entwickelte Thier nur durch Lungen athmet, doch immer noch, die Kehlgegend und das Zungenbein den eigentlichen Respirationsmechanismus vermitteln. Diese Körpergegend verhält sich also nicht bloß bei der Larve als wahrer Thorax ganz wie der Thorax des Fisches, sondern übernimmt auch fernerhin die Funktion des Thorax; ja wir lernen hieraus überhaupt verstehen, warum dieser Amphibiengattung ein durch wirkliche Rippen gebildeter Thorax noch ganz mangelt; nämlich eben, weil ihre Brustrippen, wie die der Fische, ursprünglich als Kiemenbögen sich bilden, können deren nicht auch an tiefern Wirbeln sich entwickeln, und weil ferner diese obersten Kiemenbögen endlich sich verlieren, so müssen dann wahre Brustrippen durchgängig fehlen.

Wenn die doppelten Lungenblasen der Frösche und Salamander an die doppelten Schwimmblasen des Polypterus niloticus und anderer erinnern, so kann man dagegen den einfachen schlauchartigen Lungensack der Schlangen, welcher sich unter dem Rückgrate weit nach dem Schwanzende hinab erstreckt, mit Recht den einfachen, schlauchartigen, dem Rückgrate anhängenden Schwimmblasen vieler andern Fische, z. B. des Hechts oder der Aalquappe, vergleichen.

Es ist höchst merkwürdig, daß schon bei den Schnecken die Athmungsorgane vorzüglich auf der rechten Seite entwickelt sind, daß in den Amphibien sich dieß wieder findet, und endlich sogar im Menschen bemerkt wird, dessen rechte Lunge ebenfalls größer ist, als die linke; zumal wenn man daran denkt, daß die Gliederkraft der rechten Seite vorherrscht, und daß Athmung und Bewegung in so vieler Hinsicht gleichen Schritt halten, so wie das im Gegentheil die gewöhnliche Lage der wichtigsten Assimilationswerkzeuge auf der linken Seite seyn; so finden wir es namentlich bei dem Magen, und auch das Herz hat im vollkommensten Organismus diese Lage.

So wie wir bei den Insekten an der Verbreitung von Luft in alle Regionen des Körpers die ausgedehnteste Respiration unter den Ordnungen der Thiere ohne Rückenwirbel erkennen, so aus demselben Grunde unter den Thieren mit Rückenwirbeln, in den Vögeln, bei welchen jedoch im Allgemeinen die Structur der Athmungswerkzeuge weit gleichförmiger ist, als bei den Insekten. Die Respirationsbewegung der Vögel wird theils, wie bei den Eidechsen, obwohl auf etwas verschiedene Weise, durch Rippen und

Brustbein, theils aber auch durch Muskeln, welche in gewisser Hinsicht einem Zwerchfell verglichen werden können, bewerkstelligt.

Wie dem Menschen, so kommen der ganzen Klasse der Säugethiere ein einfacher oberer Kehlkopf, eine in Bronchien gespaltene, mit Knorpelringen versehene Luftröhre, doppelt geschlossene Lungen, und eine durch das Zwerchfell von der Bauchhöhle gesonderte Brusthöhle zu. Die Luftröhre der Säugethiere betreffend, so finden wir an derselben, obwohl sie im Wesentlichen nach dem menschlichen Typus gebildet ist, doch gleichfalls manche Annäherungen zu frühern Bildungen. Hieher gehören die vollständigen Knorpelringe der Luftröhre, welche gerade in den den Vögeln nächstverwandten Ordnungen, z. B. bei Nagern, Makis und Choropternn zuweilen vorkommen u. s. w. Weder durch Ausdehnung, noch durch Kraft der Respiration zeichnet sich der Mensch vor Thieren aus, er wird vielmehr in beiderlei Hinsicht von vielen Geschöpfen übertroffen, und in den Athmungsorganen, bloß als solchen, können wir daher die Auszeichnung des menschlichen Typus nicht finden. Hingegen welches Thier ist dem Menschen vergleichbar, in sofern wir die Athmungswerkzeuge als Organe zur Bezeichnung innerer Gemüths- und Seelenzustände betrachten? im Munde des Menschen entsteht das Wort, die Sprache. Ja sogar der Ton an und für sich, ohne alle Hinweisung auf einen Verstandesbegriff, ohne Wort, erhält das Vermögen zur Bezeichnung der feinsten Nüancen von Leidenschaft und Gemüthsbewegung, er wird zum Gesang, und als solcher dasselbe für das Gemüth, was die Sprache für den Verstand.

In allen vier Klassen der Thiere mit Rückenwirbeln findet eine deutlich entwickelte Leber sich vor, welche von der Leber der Mollusken nur dadurch wesentlich verschieden ist, daß sie ihr zur Gallenabsonderung nöthiges Blut nicht allein, wie in den tiefern Klassen, gleich jedem andern Absonderungsorgan, aus der Hauptschlagader des Körpers erhält, sondern ihr dasselbe noch insbesondere durch ein eigenes Venensystem (durch die Pfortader) zugeführt wird. Außerdem finden wir in diesen Klassen dann auch noch ein besonderes, der Leber namentlich durch Blutvertheilung verbundenes Organ, die Milz, welchem wir wohl nicht mit Unrecht einen gewissen Antheil an der Gallabsonderung zuschreiben (wäre es auch nur durch reichlichere Umwandlung des arteriellen Blutes in Pfortaderblut) und welche daher als vorbereitendes Organ zugleich mit der Leber zu betrachten ist; wobei es sich denn in völliger Uebereinstimmung mit der erwähnten Meinung zeigen wird, daß beide Organe in umgekehrtem Verhältnisse sich ausbilden, und die Milz folglich um so kleiner ist, je größer und entwickelter die Leber erscheint.

Uebrigens besteht an der Leber der höhern Klassen, gewöhnlich ein eigener Gallbehälter (Gallenblase) welcher als Wiederhohlung der Dintenblase der Säpien namentlich zu betrachten ist u. s. w.

So wie sich in den niedrigern Thierklassen die Leber im Verhältniß zur Milz, und zum ganzen Körper vorzüglich groß, ja die Milz in den Weichthieren bei einer sehr stark entwickelten Leber noch gar nicht gebildet vorfinden, so ist auch in der Entwicklungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen selbst ein ähnliches (der geringern Entwicklung der Respirationsorgane entsprechendes) Verhältniß bemerkbar, da späterhin bei völlig beendeter Körperbildung, die Leber eine, um vieles geringere Masse darstellt. Insekten und Vögel erscheinen als höchste Repräsentanten des Respirationslebens, so wie Mollusken, Fische und mehrere Amphibien als höchste Repräsentanten des Leberlebens.

So wie die Leber, als ein dem Darmkanale verbundenes Absonderungsorgan, die Athmungsfunction deutlich wiederholt, und daher, rücksichtlich ihrer Entwicklung im umgekehrten Verhältnisse zu der der Athmungsorgane steht, eben so zeigen die den Geschlechtsorganen verbundenen Harnwerkzeuge sich in mehrer Hinsicht als bestimmte Nachbildungen der Respirationswerkzeuge, und werden daher, obwohl sie überhaupt nur in den vier obern Thierklassen deutlich nachzuweisen sind, doch gewöhnlich wieder bei den niedrigern deeselben größer, als bei den höhern gefunden. Am Fötus der höhern Thierklassen wird ein Theil der Harnwerkzeuge selbst, die Harnblase nämlich, mit ihrer Verlängerung als Allantois, wahrhaftes Athmungswerkzeug, indem sich entweder unmittelbar auf den Häuten dieser Organe, oder auf einen von der Allantois ausgedehnte Haut (Chorion) diejenigen Gefäße verzweigen, welche die Respiration des Fötus vermitteln. Dies letztere ist vorzüglich deutlich im Vogelembryo, wo die aus der Kloake hervorwachsende Blase (Chorion der Allantois) als deutliche Kieme erscheint, so wie selbst im menschlichen Fötus bekanntlich die Arteriae umbilicales an den Seiten der Harnblase und des Urachus zum Chorion sich fortsetzen.

Nieren und Harnblase erscheinen als Wiederhohlungen des Verhältnisses von Kiemen und Schwimmblase, denn so wie durch die Kiemen die Blutmasse namentlich von überflüssigem Kohlenstoffe befreit wird, so sind die Nieren zur Entleerung der wasser- und sauerstoffigen Bestandtheile bestimmt; so wie sich bemerken läßt, daß ein Theil der durch die Kiemen aufgenommenen Stoffe in die Schwimmblase mittelst des Gefäßsystems ausgeleert und gesammelt wird, so sammeln die durch die Nieren ausgeleerten Stoffe in der Blase sich an; und so wie die Schwimmblase nicht immer mit den Kiemen zugleich vorhanden ist, so vermissen wir auch die Harnblase zuweilen bei stets vorhandenen Nieren.

Digitized by Google

Wenn wir bemerken, daß die Entwicklung der Thymus- und Schilddrüse bei dem Menschen, vorzüglich den frühern Lebensperioden eigen zu seyn pflegt, so muß es damit auf den ersten Blick sehr im Widerspruche zu stehen scheinen, daß diese Organe gerade den niedern Thierklassen völlig abgehen, in den Amphibien und Vögeln nicht überall, und mit vollkommner Bestimmtheit vorzüglich nur in den Säugethieren nachzuweisen sind; ein Widerspruch, welcher jedoch zum Theil gehoben wird, wenn wir bedenken, daß in den niedern Klassen, bei einer weniger vollkommenen, bei einer von dem übrigen Körper minder abgeschlossenen Organisation der Respirationshöhle, leichter die beschränktere Respiration selbst, durch gesteigerte Entwicklung und Thätigkeit anderer Organe, namentlich der Leber und Niere, ersetzt werden könne; daß hingegen bei dem in sich geschlossenen Respirationsapparate der Säugthiere die Bildung eigenthümlicher, die anfänglich schwächere Respirationsfunktion compensirender Organe sehr erklärlich wird.

Wenn wir in höhern Thierklassen ein besonderes System für die Aufsaugung fremder oder eigener organischer Stoffe (Lymphsystem), und ein eigenes System für gleichmäßige Säftevertheilung im ganzen Körper (Blutgefäßsystem) vorfinden, welches letztere wieder theils im Allgemeinen in zu- und rückführende Gefäße (Arterien und Venen) theils insbesondere in das System des großen Blutlaufs im Körper; und in das des kleinen Kreislaufs derselben Säftemasse durch die Respirationsorgane zerfällt, so finden wir dagegen in den tiefern Klassen diese Systeme weit weniger mannichfaltig entwickelt, und namentlich sind die Thiere ohne Rückenmark und Gehirn von den höhern Klassen durch das Gefäßsystem und die Säftemasse fast eben so sehr, als durch das Nervensystem unterschieden.

Man darf eine Vergleichung anstellen, zwischen jenem Gefäßsysteme, welches in höhern Thieren das niedrigste zu nennen ist, nämlich dem Lymphensysteme (dem den Saftgefäßen der Pflanzen in so vieler Hinsicht ähnlichen) und dem, welches auf den untern Stufen des Thierreichs das Einzige ausmacht; ohngefähr wie eine ähnliche Vergleichung etwa auch mit dem Gangliensysteme, rücksichtlich der Nerven, anzustellen ist. Wie indeß allerdings das Gangliensystem für diese Thiere mehr bedeutet, als für die höhern, so ist auch diese Form des Lymphsystems in diesen Klassen weit mehr, als in den höhern entwickelt u. s. w.

Das Gefäßsystem der vier höhern Thierklassen unterscheidet sich von den der untern auf ähnliche Weise, wie das Nervensystem; theils nämlich, indem das, dem Stoffwechsel wesentlich bestimmte Gefäßsystem eine höhere innere Centrizität erlangt, und ein einziges

Herz allen hieher gehörigen Klassen gemeinsam ist (ein Organ, welches eben so sehr die höchste Entwicklung der Gefäßstructur, als das Hirn die höchste Entwicklung der Nervenbildung darstellt, und dabei von gleichem Einflusse ist, für sein System, wie das Hirn für das der Nerven); theils indem die Lage dieses Herzens beinahe eben so sehr durch die Lage des nervigen Centralorgans, als durch die der Respirationsorgane bestimmt wird, welchem ersterm das Herz dadurch correspondirt, daß es theils in der untersten Klasse der Regel nach immer, theils in den obern Klassen, ursprünglich im Embryo an derselben Gegend auf der Vorderseite liegt, wo auf der Rückseite (lichtseite) das Hirn sich entwickelt. Weiter ist diese ganze Abtheilung des Thierreiches durch Rothblütigkeit, und in den zwei höhern Klassen durch bedeutende Wärme des Blutes ausgezeichnet, so wie ferner dadurch, daß das Blutgefäßsystem außer dem, auch niedrigern Thieren eigenen Säftekreislauf durch die Respirationsorgane, noch einen partiellen Kreislauf durch die Leber zeigt, wo das von den assimilativen Organen (in der Pfortader) zurückfließende Venenblut (ganz wie z. B. in den Mollusken, alles Venenblut im Respirationsorgan) sich von neuem in der Leber vertheilt, um dann erst in die gemeinsame Hohlvene sich zu sammeln. Endlich aber trennt sich hier auch ein der Aufsaugung bestimmtes lymphatisches System (dessen helle Flüssigkeit an die Gefäße der niedern Klassen erinnert) mit vollkommner Schärfe vom Blutgefäßsysteme.

Mit der ausgebreiteten Respiration der Vögel, so wie mit der hier in so vieler Hinsicht bemerkten ausgezeichneten Entwicklung des Muskuiarsystems steht auch die Ausbildung ihres Gefäßsystems in genauer und wesentlicher Verbindung. Zuerst in der Thierreihe nämlich finden wir hier warmes Blut, so wie ein vollkommen getrenntes und doch zu einem Organe vereinigtes Lungen- und Aortenherz; und nicht mehr wie in der vorigen Klasse, wird folglich bloß ein Theil, sondern das Ganze der Säftenmasse, der Einwirkung der Luft, und sogar auf doppeltem Wege, einmal in den Lungen- und einmal in den Lufthöhlen des übrigen Körpers ausgesetzt. Dem ohnerachtet ist der Uebergang der Form des Herzens und der Vertheilung der Gefäße aus der Organisation der Amphibien, und namentlich der Eidechsen bestimmt nachzuweisen.

Am Menschen deuten die Lunge, Leber (wesentliche Secretionsorgane) und Bewegungsfähigkeit vorherrschend auf die rechte Seite hin; hingegen Herz und Magen (wesentliche Assimilationsorgane) vorherrschend auf die linke Seite hin (auch Sinnesthätigkeit? sieht das linke Auge, hört das linke Ohr feiner, als das rechte Auge und Ohr?)

Digitized by Google

Die Erzeugung thierähnlicher und vollkommen animalischer Individuen, nach ihren mannichfaltigen Modifikationen, läßt sich unter folgende Uebersicht bringen:

Erzeugung

a. nicht aus dem organisirten Individuo

α. aus primitivem Urstoff (1. Schaffung) fallen organischer Körper gebildeten Urstoff, aus formloser Lebensmaterie. (2. Mutterlose Zeugung) Generatio aequivoca

β. aus sekundärem, durch Zerfallen organischer Körper der zu Individuen bildende Theile (3. Fortpflanzung durch Theilung.)

b. aus dem organisirten Individuo

α. durch Trennung des Mutterkörpers in mehrere, sich wiederzu Individuen bildende Theile (3. Fortpflanzung durch Theilung.)

β. durch Bildung eines Embryo und zwar

a. unmittelbar, wo der Embryo gleich knospenartig aus dem Mutterkörper hervortritt (4. Fortpflanzung durch Sprossung.)

b. mittelbar durch das Ei, welches entsteht

A. Ohne Begattung (5. Geschlechtslose Zeugung.)

B. Durch Begattung (6. Geschlechtliche Zeugung.)

Es ist hier wieder zu unterscheiden

A. Zwitterbegattung

einfach bei vollkommenen Hermaphroditen.

doppelt bei wechselseitiger Begattung zweier Zwitter.

B. Begattung zweier Individuen verschiedenen Geschlechts.

Es erscheinen die Geschlechtsorgane, namentlich die männlichen, als reine Absonderungswerkzeuge, und nähern sich dadurch den Athmungswerkzeugen, wenn hingegen die

weiblichen durch ihre Höhlenbildungen, und ihre mehr ernährende Thätigkeit, größere Verwandtschaft mit den Danungsorganen zeigen.

Es finden sich in den Medusen nach Herrn Gäde in den Magensäcken kleine Faltenkränze, in welchen wahrscheinlich die Eier zuerst gebildet, dann aber ausgestoßen werden, um in den Rändern der Arme noch einige Zeit zu verweilen und anzuwachsen. Dieses Uebertragen des Jungen von einem innern Organe (hier vom Speisesacke selbst) auf ein äußeres (die Hautfläche) ist physiologisch sehr merkwürdig, und wiederholt sich in höhern Klassen sehr oft, ja selbst im Menschen durch die Ernährung der Frucht erst im Uterus, dann an den Brüsten. Es deutet dies auf Verbindung der Zeugungsthätigkeit theils mit der Assimilations-, theils mit der Secretions-Function.

In den niedern Klassen läßt sich von den weiblichen Fortpflanzungsorganen namentlich beobachten: 1. Die (immer vorhandenen) Eierstöcke; 2. die (nur bei einigen Gattungen, z. B. Muscheln, Krebsen, ja noch unter den Amphibien bei der Pipa vorhandenen) äußerlichen, mit den innern Geschlechtsorganen nicht unmittelbar verbundenen, oft ursprünglich andern Functionen bestimmte Ernährungsorgane, der Jungen; 3. endlich innere Ausbildungsorgane, welche entweder die Geburt des ausgebildeten Jungen für sich, oder die Geburt des Jungen im Ei möglich machen (so bei einigen Insekten z. B. im Skorpion, bei Schnecken, bei mehrern Fischen, bei Salamandern und Vipern). Bei den weiblichen Säugethieren finden wir nun, wie sonst nirgends in der Regel diese dreierlei Organe in Gemeinschaft vor, und bemerken demnach: 1. als Zeugungsorgane die Eierstöcke; 2. als eierleitende und ausbildende innere Organe die Eiergänge (Muttertrompeten) Gebärmutter und Mutterscheide nebst den an der Mündung der letztern liegenden äußern Begattungsorganen; 3. als äußere Ernährungsorgane die Zitzen, deren Existenz mit der Beschaffenheit des Säugthierreies zusammenhängt, als welchem der Dotter des Vogeleies (gleichsam ein nach vollendeter Ausbrütung noch das Junge nährender Chylusbehälter) größtentheils mangelt, und sonach durch ein auch nach der Geburt die Ernährung des Jungen vermittelndes Organ ersetzt werden muß.

Die männlichen Geschlechtsorgane der Säugethiere zeichnen sich gegen die der nächstvorhergehenden Klassen namentlich durch ihre bestimmtere Sonderung vom Darmkanale aus, indem Harn und Saamen in der Regel nicht mehr durch den After, sondern mittelst eines besondern Ruthenkanals, welcher sich schon bei den niedrigern Klassen vorfindet, ausgeleert werden. Uebrigens sind sie einfacher, als die weiblichen Geschlechtstheile, bestehen aus Hoden und Saamengängen, Saamenbehältern und Ruthe, wozu noch ein Rudiment des Uterus (Prostata) und Rudimente von Zitzen hinzukommen.

Ueberblicken wir die Entwicklungsgeschichte des Geschlechtssystems, so ist nicht zu läugnen, daß in diesem Zweige der vegetativen Sphäre ein höherer oder niederer Stand-

eines thierischen Individuums mit weit größerer Bestimmtheit, als in den übrigen ausgesprochen sey. Den Grund davon finden wir in der höhern Bedeutung des Geschlechtsorganismus, von welchem die Reproduction des ganzen Thierkörpers, also auch der höhern animalen Gebilde ausgeht. Es zeigen die menschlichen Geschlechtsorgane eine höhere Entwicklung. Wir finden diese materiell, theils in der Stellung der Geschlechtsorgane, welche sowohl durch die Form der weichen Theile, als durch die der knöchernen Geschlechtshöhle, das ist durch verminderte Neigung des Beckens eine bei Thieren seltene, und dann nur in Folge übriger unvollkommener Organisation vorkommende Begattungsweise bedingt; theils in der erhöhten Empfindlichkeit, welche in dem stärkern Warzengewebe der Haut auf der Eichel, so wie durch Entwicklung der kleinen Schaamlippen und stärkern Querfalten der Scheide (deren vorderste und zarteste zugleich als Zeichen der Jungfräulichkeit erscheint) nachzuweisen ist; theils endlich in der Bildung der weiblichen Ovarien (welche mehr ideell als materiell den Zeugungsstoff enthalten) und des weiblichen Uterus, welcher durch seine einfache kugliche Gestalt dem den sensibeln Organen sonst vorzugsweise eigenthümlichen Typus sich anschließt, und zugleich die Bedingung der edlern sphärischen Form des weiblichen Busens zu enthalten scheint. Ideell hingegen finden wir die Auszeichnung des menschlichen Geschlechtsorganismus theils darin, daß der Reiz des Geschlechts nicht mehr bloß an das Organ gebunden ist, sondern in Schönheit allgemeiner Körperform hervortritt, theils aber darin, daß der rohe Geschlechtstrieb des Thieres hier zur Liebe sich veredelt.

So wie das niedrige thierische Geschöpf nur eben mit den allerwesentlichsten Organen ausgestattet ist, und daher eine große Einfachheit des Baues zeigt, so auch jeder Embryo einer höhern Gattung. Wenn das höhere thierische Geschöpf gleichfalls mit den allerwesentlichsten Organen anfangen soll, so heißt dies aber nicht, daß diese wesentlichen Organe auch wieder dieselben seyn müßten, welches es für das niedere Thier waren; beide Organismen würden, wäre dies der Fall, auch späterhin ewig dieselben bleiben, und es müssen also vielmehr die wesentlichen und ersten Organe für den Embryo höherer Thiere nothwendig ganz andere seyn, als für den Polyp, und so finden wir denn auch: Wie nämlich das höhere Thierreich durch die nervige Centralmasse der Wirbelsäule charakterisirt wird, so ist es dem ganz angemessen, daß es auch mit dieser, also mit der Bildung der animalen Sphäre beginnt, wenn hingegen im niedern Thier, welches durch Vorherrschen vegetativer Organe entsteht, auch die vegetativen Organe die ursprünglichen sind. Wie endlich aber nur stufenweise und in bestimmten Entwicklungsreihen die einzelnen Formen des Thierreichs eine höhere Vollkommenheit erreichen, eben so muß in gewisser Reihenfolge auch das Individuum sich entfalten; das heißt aber nicht, daß z. B. der Säugthierfötus erst Molluske, dann Insekt, dann Fisch, dann Vogel u. s. w.

werden müßte, da ja auch im Thierreiche verſchiedenartige Entwicklungsreihen gefunden werden, da es eine andere Reihenfolge iſt, welche vom Zoophyt zum Schmetterling, eine andere, welche von demſelben Punkte ausgehend, zur Säpienform leitet, eine andere, welche vom Fiſch zum Vogel, eine andere, welche von da zum Säugthier führt, da jeder individuelle Organismus nicht alle Entwicklungsreihen zugleich, ſondern nur die ſeinem Weſen, ſeiner Bedeutung angemeſſene durchlaufen kann, und da überhaupt keiner der nur als Metamorphoſe zu durchlaufenden Zuſtände wirklich der Zuſtand eines niedrigern, aber ausgebildeten Zuſtandes ſeyn, ſondern ihm nur der Bedeutung nach entſprechen kann, indem er es ſonſt auch bleiben müßte.

Eine beſondere Betrachtung verdienen an den Inſekten die Verwandlungen, welche, nachdem das Junge bereits das Ei verlaſſen hat, Statt finden, nicht bloß, wie ſonſt gewöhnlich, im Anwachſen, in größerer Entfaltung und Veränderung der Verhältniſſe einzelner Organe beſtehen, ſondern durch völlige Umänderung der Geſtalt der innern Structur, ſo wie der Lebensweiſe ſich offenbaren. Schon in den Würmern zeigt ſich, wo ein deutliches Oberhäutchen entwickelt iſt, daß unter dieſem von Zeit zu Zeit ein neues gebildet wird, und das alte ſich verliert; beſtimmter aber wird dieſe Häutung, wo die Schale ſo verhärtet, daß ſie nun als ein Stück abgeworfen werden kann, ſo hauptſächlich bei den Kruſtenthieren. Eben dies iſt in der Regel der Fall, bei den obwohl mit weichern hörnern Schalen, oder auch bloß mit Oberhaut umkleideten flügelloſen Inſekten, bei den übrigen Inſekten hingegen behält der Körper nicht fortwährend dieſelbe Geſtalt, welche er hatte, indem er zuerſt aus dem Ei trat, ſondern verwandelt ſich entweder unvollkommen oder vollkommen. Das Erſtere findet ſich gewöhnlich in den Orthoptern, Hemiptern und Neuroptern, welche als flügelloſe Inſekten aus dem Ei kommen, ſich mehreremale häuten, und endlich nach abermaliger Häutung als geflügelte Inſekten erſcheinen. Die letztere Art der Verwandlung, wo das Inſekt von ſeiner Verwandlung gänzlich in den Zuſtand des Eies zurückkehrt, kommt dagegen bei Diptern, Hemiptern, Koleoptern und Lepidoptern vor. Die Larve tritt hier anfänglich gleich dem flügelloſen Inſekte aus dem Ei, ſich vergrößernd häutet ſie ſich mehreremale, dann aber, nachdem ſie häufig ſich ſelbſt eine weiche Eiſchale geſponnen, und dieſe in die Erde oder an Pflanzen, gleich wie an ein mütterliches Organ, geheftet hat, läßt ſie ihre letzte Haut zu einer feſten Puppenhülle erſtarren, um, in einem todtenähnlichen Schlafe liegend, ihre innern Organe ſelbſt umzuwandeln, und endlich dieſe hörnerne Eiſchale durchbrechend, als ausgebildetes Inſekt ſich zu zeigen.

Wenn wir bei einigen Fiſchen und Amphibien Eier im mütterlichen Körper ſich entwickeln ſehen, ſo iſt dies immer mehr ein bloßes Ausbrüten zu nennen, da das Ei bereits die Bedingungen zur Bildung des Fötus in ſich trägt, das iſt, mit einem großen

Chylusbehälter, welchen wir ursprünglich als Sprosse des mütterlichen Körpers betrachten können, versehen ist. Anders verhält es sich hingegen bei Säugethieren. Wie hier schon die Ovarien weniger deutlich einen materiellen Eikeim enthalten, so ist auch hier das Ei so wenig mit innern Bedingungen zur Existenz und Bildung des Fötus ausgestattet, daß es vielmehr zu diesem Endzwecke einer steten Wechselwirkung mit dem mütterlichen Körper bedarf.

Das Wesentliche in der Bildung des Säugthierfötus fällt, (indem auch hier die Wirbelsäule als erstes Organ erscheint, und auch bei weiterer Entwicklung des Körpers der der übrigen Gebilde vorangeht, indem auch hier das Thier erst Wasserthier, und anfänglich, der gleichförmigen Punktsubstanz seines Körpers nach als Zoophyt erscheint, indem auch hier die Bildung der äußern Organe, der Glieder, am spätesten beendigt wird) mit der Entstehungsweise in den niederern Klassen, und mit der des Menschen selbst zusammen, mit welcher letztern sie namentlich auch hinsichtlich der Verhältnisse einzelner Organe, der bedeutenden Größe der Leber, dem eigenthümlichen Kreislaufe des Blutes u. s. w. übereinstimmt. — Und so finden wir demnach hier wieder zwischen Mensch und Thier den Unterschied auf der materiellen Seite gering, auf der ideellen fast unermeßlich; denn wenn das Thier bloß zur Befolgung seiner Instincte, zur Befriedigung seiner Triebe geboren zu werden scheint, so ist im Menschen dagegen das Vermögen zur edelsten geistigen Entwicklung, der Empfänglichkeit für Kunst, Wissenschaft und Religion gegeben.

Nachdem ich hier den Ansichten des Herrn Dr. Carus vorzüglich gefolgt bin, so will ich noch einige Hauptmomente über Zootomie aus des Herrn Dr. Webers *Anatomia comparata nervi sympathici* nachtragen, und solchen meine Bemerkungen und Erläuterungen beifügen.

Wir beginnen sogleich mit folgendem Satze:

Nervum sympathicum, ratione habita magnitudinis corporis, in vertebratis, eo minorem esse, quo inferiora animalia ipsa sint.

Qui observationes meas in animalibus ipsi repetere volunt, eos moneo, ut, cum duo animalia inter se comparent, primum *aetatis* rationem habeant. Quemadmodum enim omne systema nervosum in junioribus, ita nervus sympathicus magis eminet, quam in iis, quae aetate jam provectiora sunt; ideoque omnium minime pulli aut embryones animalium majorum equorum, bovum, adhibendi sunt. Deinde, ut *magnitudinem* corporis respiciant. In majoribus enim anima-

Digitized by Google

libus nervi comparati cum pondere corporis minores, in minoribus animalibus cujusque ordinis majores esse videntur. Denique, ne *ordinum* solum, sed *generum* etiam rationem habesnt. Glires non ita multum ab avibus remoti esse videntur, ut animalia ruminantia; Struthiocamelus mammalibus haud dubie similior, quam reliquae aves.

Nervum sympathicum eo minus excoli, quo majores rami a nervo *vago* ad intestina veniant, et contra nervum vagum eo magis eminere, majoresque ramos ad intestina mittere, quo minus nervus sympathicus excultus sit; itaque nervum vagum, ad intestina descendentem, in inferioribus vertebratis ita sensim increscere, decrescente nervo sympathico, ut in quibusdam animalibus, primo loco inter animalia vertebris carentia positis, *nullus nervus sympathicus* supersit, ejusque functio a *solo nervo vago* perficiatur.

Magnitudinem medullae spinalis, in variis animantibus, magnitudini nervi sympathici respondere. Dieſes iſt jedoch folgendermaßen zu verſtehen:

Medulla spinalis aut cum *cerebro*, aut cum *nervis*, aut cum *pondere totius corporis* comparari potest. 1. Cum cerebro comparata, in mammalibus minima est, quippe in quibus systema nervosum, quamvis in omnibus partibus maxime excultum, in unum punctum, cerebrum, quasi contractum est, quod prae caeteris partibus systematis nervosi maxime eminet. Cum in caeteris ordinibus vertebratorum cerebrum eo magis decrescat, quo inferiores sunt; necesse est, ut medulla spinalis, cum cerebro comparata, quo inferiora animalia sunt, eo major appareat. Materia enim nervea in supremis quibusque animalibus caput potissimum cumulatum est. Quo inferiora animalia autem sunt, eo magis cerebrum super medullam spinalem eminere desinit. 2. Medulla spinalis quamvis, cum *cerebro* comparata, in homine minima est, maxima in piscibus, tamen cum *nervis* composita; 3. aut cum *pondere corporis*, maxima in homine et mammalibus, minor in avibus et amphibiis, minima in piscibus reperitur, quia in infimis animalibus materia nervea magis aequaliter per totum corpus diffusa est. Medulla spinalis piscium tam tenuis est, ut nervi spinales majores magna ex parte a gangliis spinalibus oriantur. A qua quidem lege (medullae spinalis magis magisque decrescentis) ranae, crassissima medulla spinali praeditae, excipiendae sunt. Jam vero eam medullae spinalis magnitudinem intelligimus, quam comparatione ejus cum magnitudine et pondere *corporis* cognoscimus, quacum magnitudo nervi sympathici consentire videtur. Explicatum enim non solum supra est, nervum sympathicum eodem modo in inferioribus vertebratis sensim minorem fieri, sed idem consensus multo magis illustratur, quod nervus sympa-

Digitized by Google

thicus in iis animalibus etiam magnitudini medullae spinalis respondeat, quorum medulla spinalis a consueto ordine nimia magnitudine discrepat: Ranae crassitie medullae spinalis pariter insignes sunt ac magnitudine nervi sympathici, quibus serpentes oppositae sunt, aeque tenuitate maxima medullae spinalis atque exiguitate nervi sympathici memorabiles.

Nervum sympathicum in universum eo majorem animadverti, quo longior tubus intestinalis sit.

Quam quidem legem, in dijudicandis *ordinibus* animalium aptissimam, cavendum est, ne ad *singula animalia* transferamus.

Nervi sympathici systematisque vasculosi *excultionem* in universum inter se congruere.

Valet autem hic, quod dictum est, cum nervus sympathicus longitudini tubi intestinalis compararetur, hanc legem, in dijudicandis classibus et ordinibus animalium aptam, non in singulis generibus semper quadrare. Serpentes, ut unum exemplum adferam, corde et majori et perfectiori praeditae quam ranae, nihilo secius nervo sympathico minori instructae sunt.

Cum quanam parte systematis nervosi vertebratorum *series* illa *gangliorum*, in animalibus vertebris destitutis inventa, comparanda sit? Soll ſie verglichen werden mit Rückenmark der Vertebraten (Scarpa, Blumenbach, Cuvier, Meckel, Gall)? oder mit ſympathiſchem Nerv der Vertebraten (Reil, Ackermann,....)?

Beides verneint Herr Doctor Weber; unter andern Gründen bewegen ihn hiezu folgende zwei:

a. Medullae spinalis omnino alia natura est, quam funis gangliosi insectorum, a quibus nervi aeque ad intestina ac ad musculos voluntarios mittuntur, cum e medulla spinali nusquam nervi intestinales prodeant. Quae quidem argumenta ita sententiae Gallionae repugnare videntur, ut, quomodo in ea acquiescere possimus, non videam.

b. Adde, funem gangliosum insectorum pariter nervos musculorum voluntati obtemperantium sensuumque edere, atque intestinorum et vasorum nervos. A nervo sympathico autem, si hanc insignem virtutem abstuleris, eum intestinis destinatum atque vasorum cursum comitantem ac actione voluntaria excludi; haud scio, an omnem nervi sympathici notionem sustuleris.

Herr Doctor Weber beantwortet nun obige Frage folgendermaßen:

Me *ganglia spinalia* pro vestigio funis gangliosi habere.

Sententia mea his argumentis se tuetur.

1. Anatomia comparata ei favet. Omnia enim vertebrata, mammalia, aves, amphibia, pisces, gangliis spinalibus instructa sunt, e quibus nervi spinales *auctiores*, quam intraverant, *prodeunt*.

Si nervi spinales omnium vertebratorum e gangliis spinalibus aucti prodeunt, si medulla spinalis, quae cum nervorum crassitie comparata in homine crassissima est, in avibus et amphibiis sensim tenuior fit, in piscibus admodum exilis, in cephalopodibus nulla reliqua est; quid mirum, quod nervi spinales in inferioribus animalibus, medulla spinali nulla instructis a solis gangliis suis oriuntur; postea autem in vertebratis eo tenuioribus radicibus cum medulla spinali cohaerent, quo inferiora vertebrata sunt. Ganglia spinalia, per medullam spinalem sejuncta, hic, ubi nulla medulla spinalis adest qua separentur, in ganglia imparia confluunt, quae haud dubie per illos fasciculos conjunguntur, qui a nervis spinalibus ad medullam spinalem accedunt.

2. Deinde physiologia huic sententiae non modo non repugnat, ut ea magis explicetur, cum utilitatem gangliorum spinalium, adhuc nondum satis perspicue cognitam, ea hypothesi intelligamus. Plurimis enim sententiis de natura et vi gangliorum ganglia spinalia obstiterunt.

Natura ita corpora animalium et genuit et formavit, ut animalia inferiora i. e. ea, quae sceleto interno carent, *uno* systemate nervorum eodemque *simplici* instruxerit. Nervi intestinorum musculorumque voluntariorum ex iisdem gangliis prodeunt. Ex quo intelligitur, systema nervosum nondum in *duas* partes, alteram organicam, alteram animalem, divisum esse. Singula ganglia pro singulis centris hujus systematis habenda sunt. Quae quidem in infimis animalibus, quorum nervi adhuc sensibus nostris indagari possunt, vermibus, tam aequalia sunt, ut nullum ganglion, quod prae ceteris pro cerebro habeatur, adsit. Cerebrum insectorum crustaceorumque jamjam magis eminet, ita ut in molluscis praeter duo ganglia nulla reliqua sint, quae in supremo genere molluscorum, cephalopodibus, tam prope collocata sunt, ut *unum* cerebrum componere videantur. Cum in his animalibus duo nervi juxta nervos acusticos oriundi ad intestina descendant, a quibus omnes nervi intestinales edantur, non dubitavi, quin eos pro nervis vagis haberem. Itaque haec animalia super reliqua jam eo elata sunt, ut certis nervis intestinalibus instructa sint, neque a proximo qualicumque nervo rami intestinales spargantur. Quae quidem structura cephalopodum in superioribus etiam animalibus, quamquam *separato* systemate nervorum organicorum praeditis, retinetur, itaque fit, ut nervus vagus in omnibus vertebratis ad intestina descendat, atque in piscibus (cephalopodibus proximis) tantus

sit, ut nervi sympathici, in piscibus minimi, locum magna ex parte occupare videatur.

Altera classis animalium, vertebrata, systemata nervoso non *simplici*, sed *duplici*, organico et animali instructa est. Cerebro enim medulla spinalis addita est, a qua plurimi nervi musculorum voluntati obtemperantium cutisque oriuntur, intestinis autem nervus sympathicus datus est, e cujus gangliis, in omni corpore dispersis, nervi intestinales prodeunt. Quemadmodum nervi animales ad motum voluntarium, ita nervi organici ad motum functionesque a voluntatis arbitrio remotas necessarii videntur.

Utrumque systema nervorum, sibi quasi oppositum, in inferioribus vertebratis, piscibus, nondum ita excultum est ac separatum, ut in vertebratis superioribus. Nervus sympathicus enim pariter ac medulla spinalis in piscibus minimus est nervusque vagus tam magnus, ut commercium inter systema animale et organicum, quod in mammalibus aliqua ex parte superest, maximum sit. Medulla spinalis nervusque sympathicus, quae in vertebratis simul oriri vidimus, ita in singulis ordinibus vertebratorum excoluntur, ut, neque increscere nisi *simul*, neque oriri posse videantur. Itaque quo magis medulla spinalis in singulis animalibus perfectioribus excolitur, eo magis nervus sympathicus, cum gangliorum magnitudine, tum plexuum amplitudine et densitate, increscit. Quo vero magis systema animale et organicum in superioribus animalibus disjungitur, eo magis commercium systematis cerebralis et organici per nervum vagum imminuitur. In omnibus autem vertebratis vestigia originis illius nervorum, in infimis animalibus observatae, supersunt. Quemadmodum enim nervi animalium inferiorum e gangliis originem ducunt, ita in superioribus saltem pars quaedam nervorum spinalium e gangliis spinalibus oritur, quippe e quibus omnes nervi spinales adaucti prodeunt.

Cum igitur ea sit, quam exposui, forma animalium, ut omnia animalia vel natura ipsa in duo genera discernantur, alterum systemate nervoso *simplici* praeditum, alterum systemate nervoso *duplici*, organico et animali, instructum; non dubito, quin potissimam causam divisionis animalium in animalia vertebrata vertebrisque destituta magis in illa structura systematis *nervosi*, quam in *ossium* fabrica et nexu quaeram. Sunt enim non solum illa ossea receptacula nervorum causa a natura facta, quorum munimento nervi a periculis tuti collocentur, sed serius etiam, nervi ipsi, excoluntur.

Pro sententia illa:

Nervum sympathicum *separatum* systema nervorum esse, quod *liberum* a principatu cerebri *suum centrum* in se habeat,*) argumenta duplicis generis adlecta sunt, *anatomica* i. e. a forma, decursu, specieque externa sumta, et *physiologica*, i. e. ab experimentis et conjecturis circa functiones harum partium factis petita.

I. *Argumenta Anatomica*

1) Primum vero nervus sympathicus, vel specie externa, colore, mollitie et textura, a *structura* reliquorum nervorum maxime differt.

2) Deinde *decursus* nervorum a nervo sympathico ortorum a *decursu* nervorum cerebralium spinaliumque plane diversus est.

3) Porro decursus nervi sympathici eo insignis est, quod rami ejus in omnibus animalibus *arterias* comitantur.

4) Quibus quidem argumentis ab aliis hoc etiam additum est, nervum sympathicum neque a *cerebro* neque a *medulla spinali oriri.*

5) Porro seriem illam ramorum communicantium a singulis ad singula transeuntium, non pro *uno trunco*, a capite ad os coccygis descendente, habendam esse.

6) Novum argumentum Bichatius**) a systemate nervoso animali maturius quam organicum exculto petiit, quae sententia Meckelio***) per maturam exceptionem medullae spinalis in inferioribus animalibus comprobari visa est. Ackermannus, funem gangliosum insectorum vermiumque pro nervo sympathico habens, contrariam sententiam ex hoc ipso argumento patere credidit****). Mihi, systema nervosum neonatorum saepius inquirenti, cerebrum quidem omnium maxime excultum, simul vero nervus sympathicus magis eminere videbatur quam nervi

*) Inwiefern dieser Satz etwas zu unbedingt ausgesprochen seyn mag, und der sympathische Nerv eigentlich nicht ein einziges Centrum habe, sondern deren mehrere, die selbst wieder in Verbindung mit Hirn- und Rückenmark stehen, möchte noch einer weitern Ueberlegung bedürfen, und wäre allenfalls nur in dem Sinne anzunehmen, als dies in Meckels Handbuche der menschlichen Anatomie 1815 I. Band p. 314 geschieht.

**) Bichat L. I. Pag. 510.

***) Anatomie B. I. S. 338.

****) De systematis nervei primordiis. Heidelbergae 1815. Pag. 95 et Pag. ultima.

spinales. Quae sententia observationibus Meckelii*) certior fit, qui de foetu duos pollices longo haec narravit: „Die verhältnißmäßige Größe der Nerven beim Fötus ist bekannt. Vorzüglich auffallend war die Größe des achten Paars, und der Ganglien des sympathischen Nerven, der gleichfalls in seinem ganzen Verlaufe sehr beträchtlich war. Das erste Ganglion war fast zwei Linien lang, eine breit, über eine Viertellinie dick. In demselben Verhältnisse waren die durch die Verbindung des Intercostalnerven mit den Rückennerven entstehenden Ganglien gleichfalls sehr groß, so daß mehrere einander unmittelbar berührten. Der Zwerchfellnerve war nicht auffallend groß, eben so die Nerven der Extremitäten.

II. *Argumenta physiologica*, nervum sympathicum pro *separato* systemate nervorum habendum esse (lieber möchte ich sagen: Ein mit dem Gehirne indirekt verbundenes System:)

1. Videmus, animum non solum in motum et functionem earum partium, quae nervos a sympathico accipiunt, nullam vim habere, sed functionis illarum partium ne conscium quidem sibi esse**).

2. Reilius et Bichatius in animalibus vivis pericula fecerunt do sensibilitate gangliorum. In dissectis nimirum animalibus vivis *ganglia*, cultro, acidis, etc., irritaverunt, postquam temporis momentum exspectaverant, ubi animal nulla signa doloris ederet. Quo facto, animal, neque voce, neque alio quocunque modo, dolores adauctos prodidit; contra vero, nervis *animalibus* irritatis, gravissime afficiebatur.

3. Ita etiam galvanismo non idem effectus in nervos *organicos* et *animales* est. Cum enim in musculis voluntati obtemperantibus easdem contractiones efficiamus, sive metalla solis musculis, sive solis nervis, sive nervis et musculis

*) Meckels Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Halle 1806 pag. 358.

**) Eigentlich besteht über die Functionen dieser Theile nur eine verworrene Wahrnehmung, gleichsam ein zersplittertes Gesammterfassen, eine multiplizirte Centralisation des Eindrucks, aus Mangel eines einigen Alles dominirenden Centrums der Wahrnehmung. Diese dynamische Erscheinung läßt sich somatisch nachweisen in der Structur jenes Gangliensystemes, das die Organe des vegetativen Lebens mit Nerven versorgt. Viele scharfsinnige Bemerkungen und Nachweisungen hierüber finden sich in Carus Darstellung des Gehirn- und Nerven-Lebens. Auch darf hier nicht der wichtige Einfluß der Geistesstimmung auf Unterleibsfunctionen, Blutbewegung und überhaupt die Aeußerungen im Gebiete der reproduktiven Sphäre vergessen werden. Alles dies ist pag. 132 von Weber's Anatomia comparata nervi sympathici deutlicher entwickelt.

simul applicemus, in musculis voluntario motu privatis, res aliter se habet. Experientia enim docuit, galvanismo, si metalla solis nervis organicis applicentur, nullam plane vim in musculos esse, ad quos nervi pertinent. Si musculis et nervis organicis simul applicentur, aliquem effectum, si musculis organicis solis, maximum effectum observari *).

4. Nervus sympathicus nullos ramos ad musculos voluntati obtemperantes mittit, sed partibus destinatus est carentibus conscientia sensationis et motus **).

5. Novum argumentum a morbis organicis cerebri et medullae repeti potest, quibus (v. c. in apoplexia, epilepsia etc.) omnes functiones animales, sensibilitas atque motus voluntarius supprimuntur, functionibus earum partium, quae ab imperio nervi sympathici pendent, paululum tantum perturbatis, aut plane illaesis.

6. Partes illae, quae ad vitam organicam pertinent, nulla exercitatione egent ad functiones rite perficiendas, uti musculi vitae animalis sensusque, qui sensim sensimque tantum multo usu perfectiores fiunt, sed statim cum primum formam adeptae sunt, pariter agunt atque post usum multorum annorum.

---

*) Mangili über das Nervensyſtem des Blutigels in Reils und Autenrieths Archiv f. d. Phyſiol. B. II. pag. 117.

**) Die vom Herrn Doktor Weber gegen dies Argument ſich ſelbſt aufgeworfenen, aber ſogleich auch gründlich widerlegten Einwürfe, wären hier zu weitläuftig anzuführen. Ich hebe aus der leſenswerthen Stelle (pag. 134 bis pag. 139) bloß die wichtige Bemerkung aus, daß jene Theile der vegetativen Sphäre, welche nebenher auch mit Nerven der animalen Sphäre verſehen werden, immer auch eines geringen Grades von willkührlicher Bewegung fähig ſind. So z. B. die Zellen des Parenchyms der Lunge, an denen die Bewegung, ſelbſt an vom Zwerchfell beraubten Fröſchen, nicht vermißt wird, und ſelbſt dann noch beobachtet werden kann (nach Verſuchen der Herren Nitzſch und Weber), wenn die Lungen aus der Bruſthöhle herausgeriſſen werden, und bei zerſchnittenen Muskeln des Schlundes, welchen letztern allein Cuvier die Lungenbewegung bei Amphibien zuſchreiben möchte. Ueberhaupt möchte ich hier noch folgende Bemerkung beifügen: Kein Organ darf als abſolut vegetativ oder abſolut ſenſibel betrachtet werden, ſondern iſt immer als zugleich vegetativ und animal zu betrachten, äußert ſich jedoch entweder vorherrſchend reproduktiv oder vorherrſchend ſenſibel. Sehr klar, und den abſtracteſten Anſichten einer naturphiloſophiſchen Interpretation des Lebens entſprechend, drückt ſich hierüber Herr Doctor Harleß in ſeiner ärztlichen Klinik I. Band pag. 53 aus.

Ueber die Methode in der Biologie überhaupt,

und namentlich

über die Anwendung der Mathematik,

bei der

Interpretation der Lebenserscheinungen,

und bei

Festsetzung der Bedeutung solcher Erscheinungen,

erläutert durch

die Betrachtung der Hahnemannisch-homöopathischen Heillehre.

(Als Erweiterung der Lehre vom Organismus Seite 289 bis Seite 293 in dem Werke: Skizzen zu einem Gesetzbuche der Natur.....)

Ueber die Methode in der Biologie.

Es gab eine Periode, und noch kaum gehört sie der Vergangenheit an, wo die herrschende Meinung sich dafür erklärte, es müsse das gesammte Naturstudium auf Mathematik gestützt werden, soll es nicht in grobe Empirie, oder in spielende Tändeleien einer kränkelnden umherschweifenden Phantasie ausarten. Noch gegenwärtig hat diese Ansicht eine große und achtungswerthe Partei für sich; aber auch eine gleichfalls beachtungswerthe Partei gegen sich, welche die Mathematik vorzüglich aus allen jenen Zweigen des Naturstudiums verbannt wissen möchte, wo sich die Forschung auf die Erscheinungen des Lebens bezieht, wo sich ungefesselte Willkühr oder wenigstens ein Analogon von Spontaneität manifestiren, und wo daher der Gegenstand mit einer Lebendigkeit aufgefaßt werden will, deren die abgezogene bloß reflectirende Meßkunst nicht fähig ist, wenn sie nicht selbst entweiht werden, nämlich in ein bedeutungsloses Mittelding zwischen strengem Denken und bilderreichem Dichten ausarten soll.

Diese zweierlei entgegengesetzten, und von den entsprechenden Parteien sehr eifrig vertheidigten Ansichten, möchten ihr Daseyn zwar mancherlei menschlichen Schwachheiten zu verdanken haben, als z. B., einer Seits dem Hange, einer noch vor Kurzem politisch einflußreichen, aus Eroberungssucht und merkantilischen Zwecken, die Hülfswissenschaften der Kriegskunst, Schifffahrt und Technologie vorzüglich begünstigenden Partei zu huldigen; so wie der Neigung, eine in so mancher Hinsicht anwendbare, zugleich aber nur sehr mühsam erlernte Wissenschaft, aus einem vielleicht verzeihlichen Antheile von Eigenliebe, als Grunddoctrin alles menschlichen Forschens aufzustellen; — anderer Seits einer eigenthümlichen Scheue vor der etwa sich ergeben mögenden Nothwendigkeit, mit

Mühe und Zeitaufwand die trockenen Lehren der Mathematik sich eigen machen zu müssen, und eben so sehr dem Widerwillen, mancherlei auf andern reizendern Bahnen bereits errungene Lehren aufgeben zu sollen, und sich einer Doctrin zu fügen, welche, ihrem Gegenstand nach, zwar höchst erhaben ist, der Form nach hingegen, so gar nichts Einnehmendes in sich faßt, vielmehr im höchsten Grade schroff und absprechend ist; — diesen und andern ähnlichen Menschlichkeiten mag wohl zum Theile die feindliche Stellung zuzuschreiben seyn, womit jene beiden Parteien einander entgegen stehen. Allein, nicht nur herabwürdigend für das Menschengeschlecht wäre es, sondern es widerspräche selbst der Geschichte der Wissenschaften, wollte man dergleichen herrschend gewordene entgegengesetzte Ansichten ausschließlich der Erbärmlichkeit gemeiner Seelen zur Schuld geben; da ja kräftig ausgesprochene Urtheile für und wider eine wissenschaftliche Ansicht, allemal wesentlich ihren Grund in dem höhern Menschenwesen selbst haben. Daß dies auch hier der Fall sey, wollen wir vorläufig bemerken, ehe wir zu der Würdigung der eigentlich einzuschlagenden Methode in der Biologie selbst schreiten, und bevor wir zeigen, inwiefern und in welchem Sinne sich von der Anwendung der Mathematik, auf die Philosophie der lebenden Natur günstige Resultate erwarten lassen.

Und in der That, darf es uns wohl befremden, wenn der Mensch, so rastlos strebend nach Erkenntniß und höherem Wissen, zugleich aber so enge geschmiedet an die Masse des Planeten, kühn und jauchzend greifet nach dem Schleier, der in wellenhaftem Umrisse geheimnißvoll verhüllet, was maglich aus der Werkstätte des Lebens hervor sich bildet? der Mensch, dem es gelang, Entfernungen zu messen ausgedrückt in Sonnenabständen? Gewicht und Größe anzugeben solcher Himmelskörper, neben denen die Erde zum Sandkorne zusammenschrumpft? jenen Bewegten im Sternenraume zu verzeichnen die mystische Bahn, und diese unter dem Symbole der Formel zu erfassen? Muß es uns anderer Seits nicht eben so natürlich vorkommen, wenn, die Wirklichkeit im Götterglanze schöner Dichtung schauend, begeistert von dem Zauberbilde, das, so harmonisch, an den innern Sinn die Außendinge knüpfet, es erbärmlich nur erscheinen will, daß, nach des Geometers trockenem Gesetze, das freie Lebende, so wie der Staub durch Wurfkraft Masseziehkraft bloß sich rege? daß in der Formel nur, der ängstlich berechneten, das Wahre sich erspähen lasse, und ohne sie des Geistes höchste Schöpfung als Gaukelspiel und Trug nur zu betrachten sey?

So wie uns, bei einem tiefern Eindringen in die geheimnißvolle Bedeutung der Organe und ihres wechselseitigen Verbandes an Thier- und Pflanzen-Individuen, der nach einer höhern Interpretation strebende Ueberblick der geordneten Resultate einer vergleichenden Anatomie endlich dahin führt, selbst nachweisen zu können, wie durch allmäliges Differenziren und Centralisiren die Repräsentanten eines höhern Lebens aus jenen

Digitized by Google

eines niedern ſich entfalten, und wie, dieſem gemäß, die organiſirten Weſen, nach Maaßgabe ihres vitalen Standpunktes, dahin ſtreben, den Mikrokosmus im Makrokosmus zu behaupten; eben ſo läßt es ſich nicht verkennen, daß in den ſomatiſch ausgedrückten Lebenserſcheinungen ſich überhaupt alle jene Actionen, wenn gleich unter einem höhern Adel, unter der Form des Lebens, wiederholen, welche wir an der unbelebten Natur, zerſtreut, vereinzelt, in urſprünglicher Abgeſchiedenheit und Rohheit ſich äußernd, vorfinden. So falſch es aber wäre, den Menſchen als ein Conglomerat aus allen jenen Thierformationen betrachten zu wollen, die (vom Infuſionsthierchen an) in aufſteigender Reihe ſich nach dem Menſchen hin erheben, ob ſich gleich nicht läugnen läßt, daß der ſomatiſch betrachtete Menſch ſowohl rückſichtlich ſeiner vollendeten Ausbildung, als rückſichtlich ſeiner Entwicklungsreihe, vom Fötus an bis zum vollendeten Menſchen hin, die niedern Formationen wiederhole, immer aber unter dem vorherrſchendem Character des eigenthümlich menſchlichen Organismus; — eben ſo falſch wäre es, und nur dem höchſten Grade von Stumpfheit in der Naturforſchung müßte es zugeſchrieben werden, wenn man behaupten wollte, es äußere ſich am lebenden Individuo bloß das combinirte Zuſammenwirken aller jener Actionen, die an der lebloſen Natur in ihrer urſprünglichen Reinheit vorgefunden werden. Nein! wenn wir gleich an dem Lebenden die Aeußerungen des Mechanismus, Chemismus, Galvanismus, Magnetismus, der Electrizität, der Licht- und Wärmeerſcheinungen u. ſ. w. vereint entdecken, ſo tragen dennoch alle dieſe Actionen den Character des Lebens ſo deutlich mit ſich, daß wir überzeugt ſeyn müſſen, es beſtehen von dieſen Actionen, die ſich am Lebenden ihrem ganzen Weſen nach völlig entwickelt ausſprechen, an den Erſcheinungen der lebloſen Natur, bloß die Rudimente. Die Actionen treten hier genugſam getrennt und einſeitig hervor, daß ſie von unſerer beſchränkten Intelligenz klar erfaßt, und ſogar in vielen Fällen der Methode unſeres ergründenden, aber Alles beengenden und erſtarrenden Kalkuls unterworfen werden können.

Das Lebende äußert ſich aber nicht bloß als Conzentration der zu ihrer höhern Entwicklung gelangten einzelnen Actionen der lebloſen Natur; nicht bloß als microcosmus der anorganiſchen Seite des macrocosmus; — ſondern zugleich auch, als ſich allmählig erhebend nach dem Walten unſeres innern geiſtigen Seyns hin; als microcosmus im macrocosmus überhaupt. Wenigſtens ſind in den ſinnlich wahrnehmbaren Lebenserſcheinungen, ſelbſt in den niederſten, die ſchwachen Anklänge nicht zu verkennen, welche volltönig und in höchſter Harmonie an unſerm geiſtigen Weſen ertönen. Die ſinnlich wahrnehmbaren Lebenserſcheinungen wiederholen daher die in der lebloſen Natur bloß als Rudimente und nur getrennt ſich äußernden Actionen, unter dem Character von höherer Entwickelung und Zuſammenwirkung; zugleich aber liefern jene Lebenserſcheinungen,

wenigstens in schwachen verwornen Zügen, die ersten Keime, welche sich in höchster Blüte, unter dem eigenthümlichen Character des Ideellen, an unserm geistigen Wesen laut verkünden.

Diese Betrachtungen sind zur Würdigung und Begründung der Methode, nach welcher wir die sinnlich wahrnehmbaren Lebenserscheinungen zur intellectuellen Anschauung erheben sollen, von der höchsten Wichtigkeit, und es scheint hieraus wesentlich die Methode hervorzugehen, die uns in der Biologie, nämlich in der Philosophie der lebenden Natur leiten soll.

Wenn es uns nämlich unmöglich wird, die sinnlich wahrnehmbaren Lebenserscheinungen aus diesen Erscheinungen selbst unmittelbar zu interpretiren, wie wir z. B. in der Mechanik die zusammengesetztern Bewegungsgesetze aus den einfachsten zu entwickeln vermögen; so enthüllt sich uns wenigstens aus obigen Betrachtungen die Methode, wornach wir auf indirektem Wege manche tiefe Forschung über die Bedeutung des somatisch ausgesprochenen Lebens zu wagen vermögen. Diese Methode besteht aber darin: fortwährend jenen Analogien nachzuspüren, welche bestehen, einer Seits zwischen den Lebenserscheinungen und den Erscheinungen an unserm Geiste, anderer Seits zwischen den Lebenserscheinungen und den sich für unsere Intelligenz am klarsten aussprechenden Actionen der leblosen Natur, nämlich jenen des Mechanismus, welcher zur intellektuellen Anschauung erhoben, sich uns in der Sprache der Mathematik kund thut. Um das Wesen der sinnlich wahrnehmbaren Lebenserscheinungen wenigstens ahnend zu deuten, da hier von Erklären und Begreifen nimmermehr die Rede seyn kann, stehen uns zwei große Erscheinungen zu Gebote, aus denen indirect, durch zu entdeckende Analogie, dem Wesen der somatisch ausgesprochenen Lebenserscheinungen nachgespürt werden kann; nämlich einer Seits das Walten unseres geistigen Wesens, das wir mit innigem Bewußtseyn erfassen, anderer Seits der in der unbelebten Natur in seiner ursprünglichsten Gestalt hervortretende Mechanismus, den wir der strengen und eben so subtilen Methode des Kalkuls zu unterwerfen vermögen.

Analytische Dynamik (im Sinne eines Delagrange), und Psychologie sind daher die zwei Doctrinen, welche, wenn gleich nicht unmittelbar auf Biologie angewandt, nichts desto weniger auf indirektem Wege, wesentlich dazu dienen können, an der Philosophie der lebenden Natur, manche verborgene Seite zu beleuchten.

Ich will hier eine an sich interessante, zugleich für die Pathologie und Therapie höchst folgenreiche, sinnlich wahrnehmbare Lebenserscheinung, nach der so eben angegebenen Methode, durchführen, und beispielweise zeigen, wie durch eine dieser Methode ent-

Digitized by Google

sprechende doppelseitige Beziehung, der tiefere Sinn, die höhere Bedeutung einer solchen Lebenserscheinung, erspäht werden könne.

Es läßt sich, wie dies durch häufige Erfahrung bestätigt wird, eine dauerhafte abnorme Stimmung des Organismus dadurch aufheben, daß, mittelst einer äußern Veranlassung, dem Organismus eine vorübergehende abnorme Stimmung von derselben Natur mitgetheilt wird. Es scheint in einem solchen Falle gleichsam die unveränderliche abnorme Stimmung in eine vorübergehende abnorme Stimmung von derselben Natur umgewandelt zu werden*).

1ste Analogie. Eine analoge Erscheinung läßt sich an unserm geistigen Wesen nicht verkennen. So ist es z. B. für den Menschenkenner ein ausgemachter Satz, daß ein durch Erziehung erkünstelter Gemüthszustand, eine angelernte Denkungsart, gewaltsam eingeprägte Grundsätze, auf keine Weise leichter verdrängt werden können, als durch Umgang mit solchen Menschen, welche mit dergleichen Grundsätzen und eingebildeten Tugenden ein recht phantastisches Spiel treiben, wodurch die Nichtigkeit solcher Geburten des nicht auf ächte Moralprinzipien sich stützenden menschlichen Geistes, sehr bald in die Augen fällt. Nun laßt uns aber untersuchen, was denn in einem solchen Falle eigentlich vor sich gehe.

Die durch Erziehungsmaximen von scheinbarer Consequenz dem Gemüthe ertheilte Stimmung (gleichsam eine dem Gemüthe mitgetheilte krankhafte Stimmung) von schwer veränderlicher Natur, erhält durch die von Außen her einwirkenden hoch aufreitzenden Schwärmereien eine Stimmung von ähnlicher Art, als die aus den Erziehungsmaximen hervorgegangene ist; jedoch eine Stimmung, die nur augenblicklich heftig auflodern, aber der Natur ihrer Bewegungsursachen gemäß, nur sehr schnell vorübergehend seyn kann. Ist nun aber dem Jünglinge der Typus des Vorübergehenden in Gemüths- und Characterstimmung auch nur hinsichtlich einer der ursprünglichen Stimmung nahe verwandten Stimmung eingepfropft worden; so verbreitet sich der Character eines bloß Vorübergehenden, auch über jene Stimmung, welche ursprünglich so fest begründet zu seyn schien. Der Rausch der Begeisterung verfliegt; und was ehedem zum Enthusiasmus empor hob, steht nun als lächerlich oder erbärmlich da; mancher Irrthum,

*) Dieses an den organischen Körpern empirisch begründete Naturgesetz hat Doctor Hahnemann auf eine geniale Weise zu seiner homöopathischen Heilmethode angewandt, und hiedurch der Pathologie und Therapie ein neues Feld eröffnet, das sich vorzüglich wohlthätig bei Behandlung chronischer Krankheiten in der Folge äußern möchte. Meisterhaft sind dessen Ansichten im zweiten Theile seiner Arzneimittellehre vorgetragen, unter dem Titel: Geist der homöopathischen Heillehre.

manches erkünstelte Gefühl ist verschwunden, und das Gemüth ist (gleichsam homöopathisch) geheilt.

Weniger Eindruck wird öfters der Umgang mit Verspöttern oder Widerlegern der angelernten Grundsätze machen. Wird hier auch zuweilen das hin und wieder wogende Gemüth in eine vorübergehende entgegengesetzte Stimmung versetzt, ist aber diese Stimmung nur vorübergehend, so theilt sich der Typus des bei einer solchen Stimmung statt findenden Vorübergehenden nicht jener Stimmung mit, welche den Erziehungsmaximen gemäß, als standhaft angenommen werden darf. Denn in diesem Falle sind die beiderlei Stimmungen zu heterogen gegen einander, zu wenig verwandt unter sich, als daß der Character des Vorübergehenden aus der einen Stimmung in die andere, überfließen könnte. Beide Stimmungen stehen schroff und sich abstoßend einander gegenüber. Mag immerhin die ursprüngliche Stimmung augenblicklich durch die neue, heftig auflodernde, verdrängt werden, so tritt oft die ursprüngliche Stimmung wieder hervor; ist nur die letztere einmal erloschen. Da indessen durch einen bleibenden Eindruck solcher Grundsätze, welche den früher bestandenen sich entgegensetzen, diese merklich erschüttert werden, wohl auch in dem Gemüthe gänzlich erlöschen können; so sieht man, daß auch auf diesem Wege ein durch Erziehung künstlich hervorgebrachter Zustand beseitigt werden könne. Und so läßt sich denn behaupten, es sey die durch Erziehung künstlich hervorgebrachte Denkungsweise und Gemüthsstimmung sowohl homöopathisch als allopathisch zu beseitigen möglich.

2te Analogie. Aber auch der Mechanismus liefert Erscheinungen, welche eine auffallende Analogie mit der weiter oben betrachteten sinnlich wahrnehmbaren Lebenserscheinung darbieten. Um jedoch eine solche Analogie zu entdecken, ist es nicht hinreichend, bloß bei dem Aeußern unmittelbar Aufzufassenden an einem bewegten Körper stehen zu bleiben; sondern es muß hiezu dem Wesen der Bewegungsaction, und der Analogie zwischen vitaler Action und mechanischer Action tiefer nachgespürt werden, und zwar mit jener Subtilität, deren nur der im analytischen Kalkul Eingeweihte fähig ist, da nur er in die Wesenheit des Mechanismus zu blicken vermag, nur er den Geist der Gesetze am Mechanismus zu fassen und allgemein zu entwickeln, im Stande ist.

Bei Zusammenstellung der Action des Lebens und der Action der Bewegung (nach unserer Sprache: des Organismus und des Mechanismus), wiederholt sich der Gegensatz zwischen Vitalität (sich äußernd durch unaufhörliche Entfaltung, Verwandlung, Umbildung) und zwischen Lebloſigkeit (sich äußernd durch ein- für allemal festgesetzte Crystallisation), in dem Gegensatze zwischen (einem Gesetze der Continuität unterworfener) ungleichförmiger Bewegung (sich äußernd durch unaufhörliche Entfaltung

einer Geschwindigkeit aus der andern) und zwischen gleichförmiger Bewegung (sich äußernd durch ein- für allemal festgesetzte Geschwindigkeit).

Soll daher zwischen jenen zwei Actionen, nämlich zwischen dem Mechanismus und dem Organismus, eine Parallele aufgestellt werden; so müssen wir das bloß dem Gesetze der Trägheit entsprechende Resultat, gegen das einer stets wirksamen mechanischen Kraft entsprechende Resultat eben so stellen, als das dem bloß leblos auftretenden Mechanismus, Chemismus, Galvanismus, Magnetismus u. s. w. entsprechende Resultat, gegen das dem eigentlichen vitalen Principe entsprechende Resultat.

Dies vorangeschickt möchte der Sinn des Folgenden richtig aufgefaßt werden können.

Im Normalzustande werde von der Masse M, welche ursprünglich die Geschwindigkeit c hatte, binnen irgend einer Zeit t durchlaufen der Raum $= t \cdot c + t^2 \cdot \frac{g \cdot P}{M}$; indem die Masse M durch die Kraft P beschleunigt wird. Es verhält sich also hier der bloß der Kraft P entsprechende Raum zu dem bloß der Trägheit entsprechenden Raume $= t^2 \cdot \frac{g \cdot P}{M} : c\ t = t \frac{g \cdot P}{M} : c$. Entstehe nun am Ende $t = a$ der abnorme Zustand, der dadurch hervorgebracht werde, daß dem P ein p entgegenwirkt, welches p am Ende $t = a$ zu wirken anfing, so verhält sich der bloß durch Kraft durchlaufene Raum zu dem durch Trägheit durchlaufenen Raume (für irgend eine Zeit T)
$= T \cdot \frac{g\,(P-p)}{M} : c + \frac{2\,g\,P}{M} a$,*) statt daß, im Falle der nicht eingetretenen Abnormität, dieß Verhältniß für dieselbe Zeit T gewesen wäre $= T \cdot \frac{g\,P}{M} : c + \frac{2\,g\,P}{M} a$. Es ist also im Zustande der Abnormität, verglichen mit dem Zustande der Normalität, der bloß durch die Kraft binnen der Zeit T durchlaufene Raum zu klein, gegen den bloß nach dem Gesetze der Trägheit binnen der Zeit T durchlaufenen Raum. Da nun der Normalzustand, nicht so sehr in den absoluten Größen dieser beiden Räume zu setzen ist, als vielmehr in dem Verhältnisse derselben zu einander (da hier die ganze

*) Denn am Ende der Normalperiode a bestand die Endesgeschwindigkeit $= c + \frac{2\,g\,P}{M} a$, daher wurde von diesem Augenblicke an, binnen jedem Zeitraume T der abnormen Periode, durchlaufen der Raum $T\left(c + \frac{2\,g\,P}{M} a\right) + T^2 g \frac{(P-p)}{M}$.

Beziehung auf die Lebensthätigkeit eines organisirten Individuums hinaus geht, wobei die Lebensactivität sich wesentlich darin ausspricht, in wiefern der Organismus sich im Vergleich mit dem Mechanismus, Chemismus und den übrigen Aktionen der unbelebten Natur thätig äußert); so ergibt sich die Methode, nach welcher der Normalzustand wieder herbeigeführt werden kann, dahin, das gestörte Verhältniß wieder herzustellen.

Hat der abnorme Zufall (von dem letzten Augenblicke der Zeit $t = a$ an, oder von dem ersten Augenblicke der Zeit T an) binnen der Zeit T fortgedauert, ohne beseitigt zu werden, so besteht, am Ende der Zeit T, das abnorme Verhältniß $= \frac{T.g\,(P-p)}{M} : c + \frac{2gP}{M} a$, statt des normalen Verhältnisses $T . \frac{g.P}{M} : c + + \frac{2gP}{M} . a$. Wird hingegen nach Verlauf eines Theiles der Zeit T (die immer vom letzten Augenblicke der Zeit $t=a$ an gerechnet werden muß), z. B. nach Verlauf der Abnormitätszeit $= \alpha$, die (die Abnormität hervorbringende) Kraft p durch eine nach gleicher Richtung mit p wirkende Kraft π verstärkt; wird also die Ursache der Abnormität erhöht, so ist die Endesgeschwindigkeit am Ende der Zeit $\alpha = c + \frac{2gP}{M} . a + + \frac{2g(P-p)}{M} \alpha$, also der am Ende der Zeit T, folglich binnen der Zeit $T - \alpha$ durchlaufene Raum $= \left(c + \frac{2gP}{M} . a + \frac{2g(P-p)}{M} \alpha\right)(T-\alpha) + (T-\alpha)^2 \frac{g(P-p-\pi)}{M}$; daher am Ende der Zeit T das Verhältniß der durchlaufenen Räume, bloß durch Kraft, und bloß nach dem Gesetze der Trägheit, folgendermaßen ausfällt $A = (T-\alpha)\,g . \frac{(P-p-\pi)}{M} : c + \frac{2gP}{M} . a + \frac{2g(P-p)}{M} \alpha$, da hingegen jenes Verhältniß, im Falle des nie gestörten Normalzustandes, wo also weder p noch π zur Wirksamkeit gelangt wären, folgendermaßen gelautet hätte: $N = (T-\alpha)\,g . \frac{P}{M} : c + \frac{2gP}{M} . a + \frac{2gP}{M} \alpha$.

Soll nun π so groß seyn, daß hiedurch die Verhältnisse A und N (das abnorme und das normale Verhältniß) einander gleich werden, wodurch also das Normalverhältniß für einen Augenblick wieder eingetreten ist (welches am organisirten Individuo sich dann fort erhält, da an demselben ein Streben nach Normalstand besteht, welcher sogleich die Oberhand über den abnormen Zustand gewinnt, wenn jener nur einen Augenblick

Digitized by Google

herbeigeführt werden kann); so muß π jenen Werth haben, welcher aus der Gleichung $A = N$ folgt, nämlich

$$\pi = p\left(\frac{2g \cdot \alpha \cdot P}{M \cdot c + 2g \cdot P \cdot a + 2g \cdot P \cdot \alpha} - 1.\right)$$

worin $c = +$ oder $= -$ seyn kann, je nachdem im Normalzustande die bewegende Kraft (die rein für sich betrachtete Kraft der in Rede stehenden Lebensfunction) nach dem schon ursprünglich bestehenden Bewegungs-Impulse, oder gegen denselben (nach dem schon ursprünglich bestehenden Lebens-Impulse an der in Rede stehenden Lebensfunction, oder gegen denselben) wirkt.

Aus dieser Gleichung ergeben sich für die Herstellung des Normalstandes durch eine künstlich angebrachte Kraft (für die Herstellung des Gesundheitszustandes durch Arzneikraft) folgende Schlüsse:

1. Wenn die im Normalstande (im Gesundheitszustande) wirkende mechanische Kraft P (rein für sich betrachtete Kraft der in Rede stehenden Lebensfunktion), nach dem ursprünglichen Bewegungs-Impulse (nach dem ursprünglichen Lebens-Impulse an der in Rede stehenden Lebensfunction) wirkt, so ist allemal die künstlich angebrachte Kraft $\pi = -$ (so ist allemal das Heilmittel allopathisch anzuwenden). Ist hingegen im Normalstande statt eines solchen Wirkens nach einerlei Richtung, ein Wirken nach entgegengesetzter Richtung, vorhanden, so kann in bestimmten Fällen, muß aber nicht in allen Fällen, $\pi = +$ werden (so kann in bestimmten Fällen, muß aber nicht in allen Fällen, erfordert werden, daß das anzuwendende Heilmittel homöopathisch wirke).

Die Entscheidung für eine allopathische, oder für eine homöopathische Heilmethode, hängt daher wesentlich ab, von der Natur der Lebensfunction, welche aus ihrem abnormen Zustande auf ihren normalen Zustand zurückgeführt werden soll; daher ist weder die eine noch die andere dieser beiden Heilmethoden, allgemein anwendbar, noch allgemein verwerflich.

2. Es mag nun, den sub 1 angegebenen Bedingungen gemäß, die Kraft π positiv oder negativ ausfallen (das Heilmittel homöopathisch oder allopathisch anzubringen erforderlich seyn); so wächst und fällt sowohl der positive als der negative Werth von π zugleich mit der die Abnormität bewirkenden Kraft p (so ist die, sowohl durch das homöopathisch als durch das allopathisch angewandte Heilmittel, aufgeregte vitale

Thätigkeit π, stärker oder schwächer aufzuregen, je nachdem die Grundursache der Abnormität größer oder kleiner ist.*).

3. Im Falle des Negativwerdens von π, wird dieser negative Werth kleiner, wenn P zunimmt, und umgekehrt, hingegen, im Falle des Positivwerdens von π, wird dieser positive Werth größer, wenn P zunimmt, und umgekehrt. (Im Falle des allopathisch anzuwendenden Heilmittels, muß die durch dasselbe veranlaßte vitale Kraftäußerung π um so weniger erregt werden, je stärker die ursprünglich im Gesundheitszustande nach derselben Richtung als π wirksame vitale Kraft P sich äußerte, und

*) Da es bei Aufstellung von Analogieen rücksichtlich des Waltens und der Gesetze der Erscheinungen von verschiedener Art, z. B. der Erscheinungen am Mechanismus und der Erscheinungen am Organismus (an der Action des Lebens) wesentlich ist, um in keine Einseitigkeit und Beschränktheit der Ansichten zu gerathen, die zu einander in Analogie versetzten Actionen allemal mit Berücksichtigung ihrer ursprünglichen Abweichungen von einander zu betrachten (da überhaupt das Höhere zwar auch das Niedere in sich faßt, und also an dem Höhern die Anklänge des Niedrern nicht zu verkennen sind, daraus aber nicht folgt, es könne die Natur des Höhern aus jener des Niedern entwickelt werden; denn jenes bemächtigt sich bei seinem erhabenern Standpunkte des Seyns eigenthümlicher Attribute, welche an dem Niedrern noch nicht erwacht sind, und daher hier nicht aufgefaßt werden können); so müssen wir auch bei der hier aufgestellten Analogie zwischen mechanischer Abnormität und zwischen organischer Abnormität es ganz natürlich finden, wenn sich Abweichungen ergeben; die aus der Verschiedenheit der hier betrachteten zweierlei Zustände und Actionen folgen. Wenn uns z. B. die Erfahrung lehrt, daß bei der homöopathischen Heilmethode, eine äußerst geringe Dosis in sehr verdünnter Form, bei oft äußerst heftigen Krankheitszufällen von auffallender Wirkung ist; so widerspricht dies nicht dem sub. 2 gefolgerten Gesetze, daß die Quantität der zur Heilung angebrachten Kraft π zunehmen müsse, wenn die Abnormität zunimmt; da ja an der gestörten Lebensfunction jene Kraft π durch eine äußerst geringe Gabe an homöopathischen Heilmitteln in Wirksamkeit gesetzt werden kann. Daß aber dies möglich sey, dieß liegt in der eigenthümlichen Natur des Lebens, und diese Eigenschaft wird am Mechanismus gänzlich vermißt. Der Zuwachs von Bewegungsaction, den eine mechanische Kraft einer todten Masse ertheile, ist bloß von der Größe der Kraft abhängig. Hingegen ist die Lebensaction, welche durch eine vital einwirkende Potenz auf ein belebtes Organ hervorgebracht wird, der Quantität nach, nicht bloß von der Größe der vital einwirkenden Potenz abhängig, sondern zugleich auch von der Prädisposition des afficirten Organs. Es hat in dieser Hinsicht die Lebensaction mehr Aehnlichkeit mit der Wärmeaction als mit der mechanischen Action; denn es wird (wie ich im ersten Nachtrage in meiner Wärmetheorie gezeigt habe) eine und dieselbe Wärmekraft unter übrigens gleichen Umständen die Temperatur mehr erhöhen bei einem schon mehr erwärmten Körper, als bei einem Körper von niedrerer Temperatur. So bedarf es, z. B. (wie die Formeln meiner dynamischen Wärmetheorie darthun) eines geringern Wärmemoments, um eine Wassermasse von 60° auf 70° zu erwärmen, als um dieselbe Masse von 10° auf 20° zu erwärmen. Hier ist also, analog demjenigen, das wir an den Lebenserscheinungen beobachten können, eine erhöhte Wirkung da vorhanden, wo eine erhöhte Prädisposition Statt findet.

Darf es uns aber wundern, daß eine äußerst geringe Gabe des homöopathisch angebrachten Heilmittels sich so wirksam äußere; da einer Seits der hohe Grad von Verdauung dem

umgekehrt; hingegen im Falle des homöopathisch anzuwendenden Heilmittels, muß die durch dasselbe veranlaßte vitale Kraftäußerung π um so mehr erregt werden, je stärker die ursprünglich im Gesundheitszustande nach entgegengesetzter Richtung als π wirksame vitale Kraft P sich äußerte, und umgekehrt). So wären z. B., wenn die allopathische Heilmethode angezeigt wäre, bei krankhaftem Torpor die Reizmittel, weniger stark beim Sanguinier als beim Phlegmatiker anzuwenden. Wäre hingegen die homöopathische Methode angezeigt, so müßten, bei krankhaftem Torpor, die einschläfernden Mittel stärker beim Sanguinier als beim Phlegmatiker angewendet werden.

4. Im Falle des Negativwerdens von π, wird dieser negative Werth kleiner, wenn α zunimmt, und umgekehrt; hingegen, im Falle des Positivwerdens von π, wird dieser positive Werth größer, wenn α zunimmt, und umgekehrt. (Im Falle des allopathisch anzuwendenden Heilmittels, muß die durch dasselbe veranlaßte vitale Kraftäußerung π um so weniger erregt werden, je länger die zu heilende Krankheit schon gedauert hat*), und umgekehrt; hingegen, im Falle des homöopathisch anzuwendenden Heilmittels, muß die durch dasselbe veranlaßte vitale Kraftäußerung π um

---

Heilmittel die Eigenschaften eines Miasma ertheilt; andrer Seits das Heilmittel von der Art ist, daß es im Normalzustande (im Gesundheitszustande in beträchtlicherer Gabe gereicht, dieselbe Abnormität hervorbringt, welche bei nunmehr schon bestehender Prädisposition zu einer solchen Abnormität nur erhöht werden soll? Um im Sinne unserer Formel zu sprechen, sagen wir, daß im Falle, wo p schon besteht, folglich die Prädisposition zu Erhöhung dieses p schon vorhanden ist, es einer äußerst geringen Gabe jenes Mittels bedarf, welches p und π vermehrt; so daß also durch eine äußerst geringe Gabe des homöopathisch angebrachten Mittels das schon bestehende p in $p + \pi$ verwandelt wird, und zwar so, daß π groß genug ist, um die Gleichheit der Verhältnisse A und N hervorzubringen, als worauf nach der hier vorgetragenen Ansicht die Zurückführung des abnormen Lebenszustandes auf den normalen Lebenszustand, beruht.

*) Hieraus folgt aber nicht, daß bei der allopathischen Heilmethode, unter übrigens gleichen Umständen, eine geringere Dosis an Heilmitteln zu reichen sey, wenn die Krankheit schon länger dauert, als wenn sie erst seit kurzer Zeit entstanden ist; denn unsere Formel gibt nur die Größe der durch die Heilmittel aufgeregten Kraft π an, nicht aber die Quantität der hierzu erforderlichen Arzneimittel. Nun ist es aber sehr wohl möglich, daß nach längerer Dauer einer Krankheit durch eine weit größere Dosis eines Arzneimittels die Kraft π bei weitem nicht so stark aufgeregt werden möchte, als dieses durch eine weit geringere Dosis desselben Arzneimittels dann erfolgen würde, wenn die Krankheit erst seit Kurzem das organisirte Individuum ergriffen hätte. Es folgt also aus unserer Formel, bei der allopathischen Heilmethode, zwar die Regel, die Kraft π nach länger anhaltender Krankheit weniger zu erregen, als nach kürzer anhaltender Krankheit; nicht aber folgt daraus, daß im erstern Falle eine kleinere Dosis des angezeigten Arzneimittels anzuwenden sey, als im letztern Falle.

Digitized by Google

so mehr erregt werden, je länger die zu heilende Krankheit schon gedauert hat, *) und umgekehrt).

5. Im Falle des Negativwerdens von π wird dieser negative Werth größer, wenn a zunimmt, und umgekehrt; hingegen im Falle des Positivwerdens von π, wird dieser positive Werth kleiner, wenn a zunimmt, und umgekehrt. (Im Falle des allopathisch anzuwendenden Heilmittels, muß die durch dasselbe veranlaßte vitale Kraftäußerung π um so mehr erregt werden, je länger der vor Ausbruch der Krankheit statt gefundene Gesundheitszustand gedauert hatte, und umgekehrt; hingegen, im Falle des homöopathisch anzuwendenden Heilmittels, muß die durch dasselbe veranlaßte vitale Kraftäußerung π um so weniger erregt werden, je länger der vor Ausbruch der Krankheit statt gefundene Gesundheitszustand gedauert hatte, und umgekehrt)**).

---

*) Auch hier finden ähnliche Rücksichten statt, als in vorhergehender Anmerkung.

**) Rücksichtlich der Dosis der Arzneimittel finden hier wieder dieselben Rücksichten statt, als in der Anmerkung zu Nro. 4.

Eine neue Methode

für den

Infinitesimalkalkül

nemlich

die umgekehrte Ableitung der Funktionen (dérivation inverse)

nebst hiernach erhaltenen neuen Formeln

für die

transzendenten Ausdrücke

der

trigonometrischen Funktionen

woron wichtige Anwendungen auf die Integralrechnung gemacht werden.

Vom

Grafen Georg von Buquoy.

Prag, 1821.

Gedruckt in der Sommerschen Buchdruckerei; in Kommission bei Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Einleitung.

Taylor's Formel, wornach auf eine höchſt allgemeine Weiſe jede Funktion einer oder mehrerer Größen in eine unendliche Reihe nach ſteigenden Potenzen der Wurzeln beſagter Funktion entwickelt werden kann, muß als eine der Hauptentdeckungen im Gebiethe des Infinitesimalkalküls betrachtet werden. Nicht bloß gewährt ſie dem Geometer in den manigfaltigſten äußerſt ſchwierigen Fällen, wo er es mit inkommenſurabeln Ausdrücken zu thun hat, wo die unüberſteiglichen Hinderniſſe von Irrationalität und Transcendenz ſeine analytiſchen Operationen mitten in ihrem Laufe gleichſam mit einem Male lähmen, den ungemeinen Vortheil, durch Entwicklung von unendlichen Reihen, wenigſtens für kleine Werthe (wegen der hiedurch reſultirenden Convergenz), zu den geſuchten Werthen zu gelangen; — nicht nur vermag er durch jene merkwürdige Formel ſo manche unintegrable Diferenzialformel in eine, wenigſtens innerhalb gewiſſer Grenzen, aproximativ integrable zu verwandeln; — nicht allein gründet ſich die höchſt wichtige Lehre de maximis et minimis auf Taylor's Formel; — ſondern ſie gewährt, über dieſe und tauſenderlei andere der analytiſchen Praxis höchſt wichtige Kunſtgriffe hinaus, auch noch den weſentlichen Vortheil, daß ſie über den, ſeinem höhern gleichſam metaphyſiſchen Sinne nach, ſo ſchwer zu faſſenden Begriff des Diferenzialkalküls, ſehr viel Licht verbreitet, zumalen, wenn ſie den Anſichten der kombinatoriſchen Analyſis unterworfen wird, wie dieß zuerſt von Hindenburg geſchah, oder wenn ſie in die eigentliche Form des Derivationskal-

küls aufgelöst wird, wie dieß zuerst dela Grange in seiner Théorie des fonctions analytiques, mit so vielem Scharfsinne, und so ungemeiner Subtilität auszuführen unternahm.

Seitdem erst war es möglich, welches selbst ein Euler nicht vermochte, die Lehren des Infinitesimalkalküls, ohne des Begriffes vom Unendlichen zu bedürfen, zu entwickeln, und hiedurch selbst die Analysis des Unendlichen aus der mystischen Sphäre metaphysischer Betrachtungen gleichsam in das apodiktisch begründete Gebiet der Elementargeometrie herabzuziehen, und so der gesammten reinen Mathematik jenen Stempel ausgemachter Evidenz aufzudrücken, deren sich bisher keine Wissenschaft rühmen darf. Zu solch' einem verdienstlichen Unternehmen mochte wohl Carnot die erste Hand geboten haben.

Die Ausdrücke: Diferenzialkoefizient nach Euler, oder Fluxion nach Newton, oder Fonction dérivée nach dela Grange, ihrem eigentlichen Sinne nach genommen, liefern die mancherlei Ansichten, denen man die Taylorsche Formel unterwerfen kann.

Die allgemeinste Ansicht von dem Wesen des Derivationskalküls überhaupt aber, gab uns Soldner in seiner exposition d'une nouvelle fonction transcendente u. s. w., woselbst er die unendliche Reihe, in welche sich jede Funktion auflösen läßt, in einem so allgemeinen*) Ausdrucke darbiethet, daß selbst

*) Auf ähnliche Art habe ich vor einigen Jahren durch meinen dynamischen Lehrsatz der virtuellen Geschwindigkeiten eine allgemeine Formel der Dynamik geliefert, wovon Lagrangé's principe des vitesses virtuelles bloß ein einzelner Fall ist. Siehe hierüber meine Schriften, welche in Leipzig bei Breitkopf und Härtel zu haben sind, unter den Titeln: Analytische Bestimmung des Gesetzes der virtuellen Geschwindigkeiten u. s. w.; ferner: Weitere Entwicklung und Anwendung des Gesetzes der virtuellen Geschwindigkeiten u. s. w.; endlich: Exposition d'un nouveau principe général de dynamique, dont le principe des vitesses virtuelles n'est qu'un cas particulier, lu à l'institut de France, u. s. w.

Taylor's Formel dagegen blos als ein durch einzelne Subſtitution daraus zu erhaltender ſehr ſpezieller Fall zu betrachten iſt. Es iſt nicht wohl zu begreifen, wie von dieſer höchſt fruchtbaren Formel Soldners noch keine Anwendungen gemacht wurden, ja wie ſie beinahe noch ziemlich allgemein ſo ganz unbekannt bleiben konnte.*)

Das hohe Intereſſe, das mir bei meinen mathematiſchen, theils eigenen Studien, theils ſchriftſtelleriſchen Ausarbeitungen, ganz vorzüglich das Weſen des Derivationskalküls einflößte, und zugleich ein mehrere Jahre hindurch fortgeſetztes Streben, eine allgemeine Integrationsmethode zu erfinden, welches Letztere zwar nicht mit dem Reſultate erlangter Vollendung gekrönt ward, gewährten mir nichts deſtoweniger eine Menge neuer Anſichten in dem Gebiethe der höhern Analyſe, wovon ich nach und nach das Wichtigſte bekannt machen will, in der Hoffnung, es möge beſſern Köpfen gelingen, mehr daraus hervorzubringen, als ich dieß zu thun vermochte.

Ich beginne ſogleich in der vorliegenden Schrift damit, eine ganz neue Anwendung der Derivationsmethode anzugeben, woraus unbezweifelt für die höhere Analyſis, vorzüglich für den Integralkalkül, wichtige Reſultate hervorgehen müſſen.

Ich verfiel nämlich bei meinem Streben nach einer allgemeinen Integrationsmethode, unter andern auch auf folgende Methode: Statt aus der gegebenen F (x) die unendliche Reihe

---

*) Soldners Formel lautet folgendermaſſen:

$$F(x+\Delta x) = F(x) + \Delta f(x)\,\frac{dF(x)}{df(x)} + \frac{(\Delta f(x))^2}{2}\cdot d\frac{\left(\frac{dF(x)}{df(x)}\right)}{df(x)} +$$

$$+ \frac{(\Delta f(x))^3}{2.3}\cdot d\frac{\left(\frac{\left(\frac{dF(x)}{df(x)}\right)}{df(x)}\right)}{df(x)} + \ldots\ldots \text{ u. f. w.,}$$

worin F (x) und f (x) beliebige Funktionen von x ausdrücken.

$F(x+\omega) = F(x) + \omega . F'(x) + \frac{\omega^2}{2} . F''(x) + \frac{\omega^3}{2.3} F'''(x) + \ldots\ldots$

zu entwickeln [nach der Bezeichnungsweise des de la Grange], betrachte man vielmehr $F(x)$ als unbekannt, und $F'(x)$ [wenn nemlich $dF(x)$ gegeben ist] als gegeben, und suche $F(x)$ aus $F'(x)$ oder aus $dF(x)$, indem man sagt:

Es folgt aus dem gegebenen $dF(x)$ die Gleichung
$F'(x) = \varphi(x)$, also $\varphi'(x) = \psi(x) = F''(x)$, ferner
$\psi'(x) = \pi(x) = F'''(x)$, u. s. w.
Es frägt sich nun, nach welchem Gesetze läßt sich zurückderiviren, und zwar: $\psi(x)$ aus $\pi(x)$, ferner $\varphi(x)$ aus $\psi(x)$, u. s. w.; oder $F''(x)$ aus $F'''(x)$, ferner $F'(x)$ aus $F''(x)$, und folglich (wenn das per inductionem rückschreitende Derivationsgesetz bekannt ist) $F(x)$ aus $F'(x)$; wornach also $F(x)$ aus $F'(x)$ gefunden, oder, mit andern Worten, $dF(x)$ integrirt, wäre.

Es sey z. B. $dF(x) = x^m dx$, so integriren wir nach besagter Methode $x^m dx$ folgendermassen:

$F'(x) = x^m$, $F''(x) = \frac{d(x^m)}{dx} = mx^{m-1}$; $F'''(x) = \frac{d(mx^{m-1})}{dx} =$

$= m(m-1)x^{m-2}$, $F''''(x) = \frac{d\left(m(m-1)x^{m-2}\right)}{dx} = m(m-1)$

$(m-2)x^{m-3}$, u. s. w.; nun ist $x^{m-2} = x^{m-3+1}$, ferner $x^{m-1} =$

$= x^{m-2+1}$, ferner x^m oder $x^{m-0} = x^{m-1+1}$, also ist die Potenz von x die in $F(x)$ vorkömmt $= x^{m+1}$; dann ist $m(m-1) = \frac{m(m-1)(m-2)}{m-2}$, ferner $m = \frac{m(m-1)}{m-1}$, ferner $1 = \frac{m}{m} = \frac{m}{m-0}$, also ist der Koefizient der Potenz von x, welcher in $F(x)$ vorkömmt

Digitized by Google

$= \frac{1}{m-(-1)} = \frac{1}{m+1}$; es iſt demnach $F(x) = \frac{xm+1}{m+1}$ oder $\int x^m dx =$

$= \frac{x^{m+1}}{m+1}$, wie dieß bekanntermaſſen auch wirklich ſo iſt.

Ich habe nun vielfältige Verſuche angeſtellt, nach dieſer Methode, bisher unbekannte Integrale auszudrücken, war auch ſo glücklich, hier manches nützliche Reſultat zu erhalten. Vorläufig aber begnüge ich mich in dieſer Abhandlung blos damit, die aproximativen Ausdrücke zu liefern, welche ich für die transzendenten trigonometriſchen Funktionen zu erhalten im Stande war. Ich glaube hiemit den Beweis zu geben, daß durch meine Integrationsmethode einſtweilen der trigonometriſchen Analyſis ein nicht geringer Zuwachs geworden ſey. Endlich ſubſtituire ich jene gefundenen trigonometriſchen Reſultate in die vorzüglichſten mit trigonometriſchen Ausdrücken verwebten Formeln der Integralrechnung.

Umgekehrte Ableitung der Funktionen (dérivation inverse) überhaupt; — hierauf gestützte allgemeine Integrationsmethode; — einige hieraus entwickelte Fundamentalgleichungen der Integralrechnung als Beispiel.

So wie [Alles nach der Bezeichnungsweise des dela Grange in seiner Théorie des fonctions analytiques] $F'(x)$ aus $F(x)$, dann $F''(x)$ aus $F'(x)$, dann $F'''(x)$ aus $F''(x)$, u. s. w. insgesammt nach einem und demselben Ableitungsgesetze sich entwickeln, eben so muß umgekehrt, nach einem und demselben Entwicklungsgesetze, sich ableiten lassen: $F''(x)$ aus $F'''(x)$, dann $F'(x)$ aus $F''(x)$, endlich $F(x)$ aus $F'(x)$. Die Entwicklung letzterer Art wird man aber jedesmal wirklich zu efektuiren im Stande seyn, wenn man per inductionem die jedesmalige Ableitungsmethode zu abstrahiren vermag. Ist daher $F'(x)$ gegeben, und sind hieraus auch $F''(x)$, $F'''(x)$, $F''''(x)$, u. s. w. bekannt, ist man ferner im Stande, daraus, daß man $F'''(x)$ aus $F''''(x)$, dann $F''(x)$ aus $F'''(x)$ u. s. w. zu derviren versucht, die allgemeine Derivationsmethode anzugeben, wornach hier zurück ein Glied aus dem andern hervorgeht, so vermag man auch, die Derivation bis auf das Glied $F(x)$ hin wirklich zu verfolgen, sonach $F(x)$ auszudrücken, und man ist also im Stande: unmittelbar aus $F'(x)$ den Ausdruck $F(x)$ zu finden; das heißt aber mit andern Worten: es sey durch die hier angegebene Methode der umgekehrten Ableitung die Bahn zu einer Integration a priori eröffnet, da doch bisher alle Integration nur a posteriori geschah.

Digitized by Google

Wenn z. B., nach der bisher üblichen Methode in der höhern Analyse, gesagt wird, es sey

$$\int a^x \, dx \, l. \, n. \, a = a^x$$

so beruht diese Behauptung blos darauf, daß, wenn a^x diferenzirt wird, man auf den Ausdruck

$$a^x \, dx \, l. \, n. \, a$$

wirklich gelangt. Nach meiner Methode hingegen entwickle ich a^x unmittelbar aus

$$a^x \, dx \, l. \, n. \, a, \text{ indem ich } a^x = F(x)$$

als unbekannt betrachte, ferner aus dem gegebenen $a^x \, dx$ log : nat : a, wodurch also auch

$$a^x \text{ log. nat. } a = F'(x)$$

gegeben ist, die Ausdrücke $F''(x)$, $F'''(x)$, u. s. w. ableite, dann bis auf $F(x)$ zurückderivire, und so unmittelbar $F(x) = a^x$ aus dem gegebenen $a^x \, dx$ log : nat : a erhalte.

Die beste Erläuterung meiner Methode, und den zweckmäßigsten Beleg zu deren Würdigung, will ich hier sogleich dadurch geben, daß ich einige der bekannten Fundamentalgleichungen des Integralkalküls darnach entwickle. Hiedurch wird zwar der Wissenschaft, ihrem positiven Theile nach, kein neues Resultat geliefert, wohl aber die Methode derselben um ein Merkliches vorangebracht. Soviel jedoch hier nur vorläufig, da in den folgenden Abtheilungen dargethan werden wird, daß meine Bemühungen auch durch neue dem Analytiker höchst wichtige Resultate belohnt wurden.

1) Suche $\int x^m \, dx = F(x)$.

$F'(x) = x^m$, $F''(x) = mx^{m-1}$, $F'''(x) = m(m-1)x^{m-2}$, u. s. w. Es ist

$x^{m-1} = x^{m-2+1}$, $x^m = x^{m-1+1}$, also die Potenz von x in $F(x) = x^{m+1}$; ferner ist $m = \frac{m(m-1)}{m-1}$, $1 = \frac{m}{m} = \frac{m}{m-0}$, also der

Koefizient in $F(x) = \frac{1}{m-(-1)} = \frac{1}{m+1}$, daher $F'(x) = \frac{1}{m+1}$;

x^{m+1}, also $\int x^m dx = \frac{x^{m+1}}{m+1}$.

2) Suche $\int a^x dx = F(x)$.

$F'(x) = a^x$, $F''(x) = a^x \, l.n.a$, $F'''(x) = (l.n.a)^2 . a^x$, $F''''(x) = (l.n.a)^3 \, a^x$, u. ſ. w. Es bleibt a^x durch alle Glieder hindurch, alſo auch in $F(x)$. Ferner iſt

$(l.n.a)^2 = (l.n.a)^{3-1}$, dann $(l.n.a) = (l.n.a)^{2-1}$, dann $1 = (l.n.a)^0 = (l.n.a)^{1-1}$, daher der Koefizient in $F(x) = (l.n.a)^{0-1} = (l.n.a)^{-1}$ iſt. Alſo iſt $F(x) = \frac{1}{l.n.a} . a^x$, oder $\int a^x dx = \frac{a^x}{l.n.a}$.

3) Suche $\int dx \, \text{Cos } x = F(x)$.

$F'(x) = + \text{Cos } x$, $F''(x) = - \text{Sin } x$, $F'''(x) = - \text{Cos } x$, $F''''(x) = + \text{Sin } x$, $F'''''(x) = + \text{Cos } x$, u. ſ. w.

Hier ſieht man ſogleich das Geſetz, nach welchem die Glieder zurücklaufen, da Cos x und Sin x immer abwechſeln, und da nach zwei poſitiven immer zwei negative Werthe folgen u. ſ. w. Alſo iſt

$F(x) = + \text{Sin } x$; oder $\int dx \, \text{Cos } x = \text{Sin } x$.

4) Suche $\int dx \, \text{Sin } x = F(x)$.

Hier wird auf ähnliche Art operirt als sub 3).

Es läßt ſich aber, nach der Methode der umgekehrten Ableitung, nicht in allen Fällen das Integral ſo leicht und unmittelbar finden, wie in den eben angeführten Beiſpielen. Oefters werden hiezu ſehr feine Kunſtgriffe des Kalküls erfodert, und ſelbſt da vermag man oft nur auf Aproximationen zu gelangen. Ein

merkwürdiges Beiſpiel hievon iſt der folgende Abſchnitt. Mehrere wichtige Anwendungen dieſer Lehre auf äußerſt ſchwierige Fälle behalte ich mir noch für ſpäter zu erſcheinende Aufſätze vor. Möge es mir gelingen, hiedurch der bisherigen Ungeſchmeidigkeit und höchſt beſchränkten Anwendbarkeit der tranſzendenten und irrationalen Funktionen einigermaßen abzuhelfen, und ſonach auf den Dank des Geometers einen gegründeten Anſpruch machen zu dürfen.

Ehe ich jedoch zu dem folgenden Abſchnitte ſchreite, wo der Ausdruck für die trigonometriſchen Funktionen geſucht wird, will ich hier, nur vorbereitungsweiſe, ganz kurz einen Gegenſtand berühren, welchen ich mir in einer folgenden Schrift weitläufiger zu entwickeln vorbehalte. Es ſoll nemlich hier noch gezeigt werden, wie ſich der tranſzendente Ausdruck des natürlichen Logarithmus einer Zahl, nach meiner Integrationsmethode, auf eine neue Weiſe anſetzen ließe.

Wir ſetzen

log: nat: $x = F(x)$, alſo $F'(x) = \frac{1}{x} = \frac{1}{x^{\frac{m}{m}}} =$ [wenn m ſehr groß angenommen wird] $= \frac{1}{x^{\frac{m-1}{m}}}$, alſo: $F'(x) = \frac{1}{x^{\frac{m-1}{m}}}$, $F''(x) = -\frac{(m-1)}{m \,.\, x^{\frac{2m-1}{m}}}$, $F'''(x) = \frac{(m-1)\,(2m-1)}{m^2 \,.\, x^{\frac{3m-1}{m}}}$, u. ſ. w.

Die rückſchreitende Derivation der Potenz von m im Nenner iſt ſo:

m^2 , m^1 , m^0 , m^{-1}; ferner der Potenz von x ſo:

$x^{\frac{3m-1}{m}}$, $x^{\frac{2m-1}{m}}$, $x^{\frac{1.m-1}{m}}$, $x^{\frac{0.m-1}{m}} = x^{-\frac{1}{m}}$; alſo haben wir

$$l.n.x = C + \frac{A}{-1 - \frac{1}{m}} = C + A \,.\, m\, x^{\frac{1}{m}}.$$

$m \quad x$

Da $l.n.1 = 0$, alſo $C + Am = 0$, ſo iſt $C = -Am$, folglich $l.n.x = -Am + Am.x^{\frac{1}{m}} = Am\left(x^{\frac{1}{m}} - 1\right) = N\left(x^{\frac{1}{m}} - 1\right)$.

Um N zu beſtimmen, ſagen wir:

$$d(l.n.x) = N.\frac{1}{m}x^{\frac{1}{m}-1}dx = \frac{N}{m}\cdot\frac{dx}{x^{1-\frac{1}{m}}} = \frac{N.x^{\frac{1}{m}}}{m}\cdot\frac{dx}{x},$$

aber $d(l.n.x) = \frac{dx}{x}$, alſo $\frac{N.x^{\frac{1}{m}}}{m} = 1$. oder $N = \frac{m}{x^{\frac{1}{m}}}$, alſo:

$$\text{log. nat. } x = m\left(\frac{x^{\frac{1}{m}} - 1}{x^{\frac{1}{m}}}\right).$$

Dieſe Gleichung iſt um ſo richtiger, je gröſſer m angenommen wird; jedoch muß m immer einen endlichen Werth haben, wenn die Formel von Anwendung ſeyn ſoll; denn nehmen wir $m = \infty$ an, ſo entſteht

$$l.n.x = \infty(1-1)$$

für alle Werthe von x, woraus ſich nichts finden läßt. Wird für m ein recht groſſer aber noch endlicher Werth angenommen, ſo trift obige Formel näherungsweiſe mit der Wahrheit überein. Wir erhalten daraus

$l.n.0 = -\frac{m}{0} = -\infty$; ferner $l.n.1 = \frac{m}{1^{\frac{1}{m}}}\left(1^{\frac{1}{m}} - 1\right) =$

$= m(1-1) = m.0 = 0$; endlich $l.n.\infty = \frac{m}{\infty^{\frac{1}{m}}}\left(\infty^{\frac{1}{m}} - 1\right) =$

$= \frac{m}{\infty} . \infty = m$. Im letzten Falle soll nun $l . n . \infty = \infty$ herauskommen; wir sehen also, daß sich die Richtigkeit unserer Formel nicht bis auf $x = \infty$ erstrecke, sondern bloß auf sehr große endliche Werthe von x.

Die aproximative Richtigkeit der letzten Gleichung zeigt sich vorzüglich daraus, daß, wenn der Ausdruck

$$\frac{m\left(x^{\frac{1}{m}} - 1\right)}{x^{\frac{1}{m}}}$$

differenzirt wird, man ziemlich nahe den Ausdruck $\frac{dx}{x}$ erhält, in soferne m einem großen endlichen Werthe entspricht.

Es ist nemlich:

$$d\left(\frac{m\left(x^{\frac{1}{m}} - 1\right)}{x^{\frac{1}{m}}}\right) = \left(\frac{1}{x} - \frac{\left(x^{\frac{1}{m}} - 1\right)}{x^{1+\frac{1}{m}}}\right) dx =$$

$$= \left(\frac{1}{x} - \frac{\left(x^{\frac{1}{m}} - 1\right)}{x}\right) dx = \{da\ x^{\frac{1}{m}} = 1 + \frac{l . n . x}{m} +$$

$$+ \frac{1}{2}\left(\frac{l . n . x}{m}\right)^2 + \frac{1}{2 . 3}\left(\frac{l . n . x}{m}\right)^3 + \ldots . = 1 \text{ ist, in soferne m}$$

gegen x sehr groß ist\} $= \frac{dx}{x}$.

Noch läßt sich hier die wichtige Bemerkung machen, daß der Ausdruck

$$m . \left(\frac{x^{\frac{1}{m}} - 1}{x^{\frac{1}{m}}}\right)$$

dann immaginäre Werthe gebe, wenn x negativ angenommen wird, welches auch so seyn muß, da log: nat:(—) eine immaginäre Zahl ist. Der Beweis obiger Bemerkung folgt hieraus: Dem Geiste der Entwicklungsweise obigen Ausdruckes gemäß, bezieht sich dessen Gültigkeit bloß darauf, daß (bei irgend einem angenommenen Werthe von x) verhältnißmäßig m, obgleich immer noch endlich, den Werth von x sehr überschreite. Ist also (bei irgend einem Werthe von x) für m ein Werth = M angenommen, welcher groß genug ist, daß näherungsweise gesetzt werden kann:

$$\log: \text{nat}: x = \frac{M}{x^{\frac{1}{M}} - 1},$$

so bleibt unsere Gleichung auch wahr, wenn gesetzt wird:

$$\log: \text{nat}: x = \frac{(M+1)}{x^{\frac{1}{M+1}} - 1},$$

welche beide Gleichungen wir auch so ansetzen können:

$$\log: \text{nat}: x = \frac{M}{\sqrt[M]{x} - 1} \text{ und}$$

$$\log: \text{nat}: x = \frac{M+1}{\sqrt[M+1]{x} - 1}.$$

Die erstere dieser beiden Gleichungen ward angesetzt, ohne berücksichtigen zu müssen, ob M eine gerade oder ungerade Zahl sey. Sey nun M eine ungerade Zahl, so ist M + 1 eine gerade Zahl. Wir erhalten also einen immaginären Ausdruck, wenn wir in die letztere Gleichung statt x einen negativen Werth substituiren.

Ausdruck für die trigonometrischen Funktionen nach meiner neuen Integrationsmethode.

Bekanntlich ist beim Kreise die Gleichung zwischen Abscisse x und Ordinate y folgende:

$$y^2 = 2rx - x^2,$$

daher der Ausdruck für das Element des Bogens s folgendermassen lautet:

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = \frac{r \cdot dx}{(2rx - x^2)^{\frac{1}{2}}}.$$

Dieß vorausgesetzt, suchen wir $s = F(x)$ nach unserer Integrationsmethode so (wobei des de la Grange Bezeichnungsweise angenommen):

$$F(x) = s, \quad F'(x) = \frac{r}{(2rx - x^2)^{\frac{1}{2}}}, \quad F''(x) = \frac{-r(r-x)}{(2rx - x^2)^{\frac{3}{2}}},$$

$$F'''(x) = \frac{r(3r^2 - 4rx + 2x^2)}{(2rx - x^2)^{\frac{5}{2}}}, \quad F''''(x) =$$

$$= -\frac{r(15r^3 - 27r^2x + 18rx^2 - 6x^3)}{(2rx - x^2)^{\frac{7}{2}}}, \text{ u. s. w.}$$

Aus dieser Reihe zurück geschlossen auf den Ausdruck von s, ergibt sich, wenn $r = 1$ gesetzt wird, $s = \frac{1 \cdot \varphi(x)}{(2x - x^2)^{-\frac{1}{2}}} = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}} \varphi(x)$, worinn $\varphi(x)$ sich nicht, wie der Faktor $(2x - x^2)^{\frac{1}{2}}$, unmittelbar bestimmen läßt. Man setze daher $\varphi(x) = 1 + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4$, also ist

$s = F(x) = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}} \; (1 + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4)$, und

$$F'(x) = \frac{1 + (3b - 1)x + (5c - 2b)x^2 + (7d - 3c)x^3 + (9e - 4d)x^4 - 5e \cdot x^5}{(2x - x^2)^{\frac{1}{2}}}$$

Nun bestimme b, c, d, e, so, daß die Koefizienten von x, x^2, x^3, x^4, zu Null werden, wornach (wenn e klein genug ausfällt) aproximative

$F'(x) = \frac{1}{(2x - x^2)^{\frac{1}{2}}}$, innerhalb der Werthe 0 und 1 von x, gesetzt werden kann. Es kann dann $F(x)$ aproximative den Bogen s von 0° bis 90° angeben. Hiernach erhalten wir

$b = \frac{1}{3}$, $c = \frac{2}{9}$, $d = \frac{2}{21}$, $e = \frac{8}{189}$; daher $s = F(x) = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}}$

$(1 + \frac{x}{3} + \frac{2}{9}x^2 + \frac{2}{21}x^3 + \frac{8}{189}x^4)$, oder

1) $s = F(x) = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}} (1 + 0{,}33333 \cdot x + 0{,}22222 \cdot x^2 + 0{,}09524 \cdot x^3 + 0{,}04233 \cdot x^4)$.

Für $x = 1$ erhält man statt 90° den Bogen 97°; geht man aber nur bis x^2, und vernachläßigt x^3 und x^4, so erhält man 90° + 1°. Für $x = \frac{1}{2}$ erhält man, wenn man x^3 und x^4 vernachläßigt, statt 60° den Bogen 60° + 4'. Für $x = \frac{1}{10}$ erhält man, wenn man x^3 und x^4 vernachläßigt, statt 41° 25' den Bogen 41° 25' + 12'. Also ist in diesen 3 Fällen der Bogen zu groß um $\frac{1}{90}$, $\frac{1}{90}$, $\frac{1}{207}$. Wir dürfen also aproximative setzen:

2) $s = F(x) = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}} \frac{1}{9} (9 + 3x + 2x^2)$.

Da letztere Formel nicht bequem genug ist, und man, um x daraus zu suchen, auf eine Gleichung über den vierten Grad hinaus kömmt, so wollen wir s auf ähnliche Art bestimmen, als eben geschehen ist, uns aber damit begnügen, daß s näherungsweise nur von 0° bis 45° bestimmt werden könne.

Wir ſetzen

$$s = F(x) = (2x - x^2)\ (1 + bx), \text{ alſo}$$

$$F'(x) = \frac{1 + (3b - 1)\,x - 2b.x^2}{(2x - x^2)^{\frac{1}{2}}};$$

der Zähler dieſes Bruches nähert ſich bei Werthen von x, die kleiner als 1 ſind, der Zahl = 1, je kleiner x iſt, vorzüglich wenn $3b - 1 = 0$ gemacht wird. Es folgt aber aus $3b - 1 = 0$, $b = \frac{1}{3}$, alſo

$$s = F(x) = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}} \left(1 + \frac{1}{3}x\right) = 0{,}3333333 \cdot (2x - x^2)^{\frac{1}{2}}\ (3 + x).$$

Dieſer Ausdruck iſt um ſo genauer, je kleiner x iſt.

Für $x = 0{,}2928932$ ſoll der Bogen von 45° erhalten werden, wird aber aus obiger Formel erhalten $s = 45° - 30°$, alſo iſt der erhaltene Bogen um $\frac{1}{90}$ zu klein.

Für $x = \frac{1}{4}$ ſoll der Bogen von 41° 25′ erhalten werden, wird aber aus obiger Formel erhalten $s = 41° 25' - 21'$, alſo iſt der erhaltene Bogen um $\frac{1}{118}$ zu klein.

Für $x = 0{,}0603074$ ſoll der Bogen von 20° erhalten werden, wird aber aus obiger Formel erhalten $s = 20° - 36''$, alſo iſt der erhaltene Bogen um $\frac{1}{2000}$ zu klein.

Für $x = 0{,}0001523$ ſoll der Bogen von 1° erhalten werden, wird aber aus obiger Formel erhalten $s = 1° - \frac{1}{2}''$, alſo iſt der erhaltene Bogen um $\frac{1}{7200}$ zu klein.

Man ſieht, daß nach obiger Formel, der geſuchte Bogen immer um etwas zu groß ausfällt, und daß von 45° an bis 0° der Ueberſchuß von $\frac{1}{90}$ oder $\frac{2}{180}$

bis o fortan abnehme. Wenn wir daher den jedesmal gefundenen Bogen um $\frac{1}{180}$ seiner aus der Formel gefundenen Länge vermehren, so beträgt der Fehler aller nur immer ausgedrückten Bögen von o° bis 45° nie mehr als $\frac{1}{180}$; es ist nemlich dann der Bogen 45° um $\frac{1}{180}$ zu klein, und der Bogen sehr nahe an o° um $\frac{1}{180}$ zu groß; hingegen beträgt der Ueberschuß oder Abgang jedes andern Bogens, zwischen o° und 45° liegend, weniger als $\frac{1}{189}$ der aus der Formel gefundenen Länge.

Daher drücken wir unsere Formel so aus: [nach wirklicher Division von $\frac{181}{180.3}$]

3) $s = F(x) = 0{,}355185 . [(2x - x^2)^{\frac{1}{2}} (3 + x)$ [gilt von o° bis 45°].

Setzen wir

$s =$ Arc. Cos: u, und daher $u = \cos s = 1 - x$,

so haben wir:

[für alle Bögen von o° bis 45° und von 180° bis 135° oder für alle Cosinusse von ± 1 bis $\pm 0{,}7071068$]

4) $s =$ Arc: Cos: $u = m\pi \pm 0{,}355185 . \left(1 - u^2\right)^{\frac{1}{2}} (4 - u)$, worinn der größte Fehler betragen kann $\frac{1}{180}$, und [für alle Bögen von 45° bis 90°, und von 135 bis 90°, und für alle Cosinusse von $\pm 0{,}7071068$ bis o]

5) $s =$ Arc: Cos: $u = m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}355185 . u \left(4 - \left(1 - u^2\right)^{\frac{1}{2}}\right)$, worinn schon das Transzendente enthalten ist. Hier drückt π die halbe rektifizirte Peripherie aus $= 3{,}14159266$, und m jede grade (o, 2, 4, ...) oder ungrade (1, 3, 5, 7, ...) Zahl, je nachdem $u = +$ oder $= -$ ist; jedoch wird in allen Fällen $u = +$ substituirt, es mag dessen Werth positiv oder negativ gegeben seyn.

Aus obigen zwei Gleichungen 4 und 5 ergeben sich folgende Gleichungen, die auch nur aproximative wahr sind, und sich auf dieselben Grenzen be-

ziehen, als obige zwei Gleichungen, deren Genauigkeit wir jedoch nicht geprüft haben.

$s = \text{Arc: Sin: } u = m\pi \pm 0{,}3351851 \cdot u\left(\frac{1}{4} - (1-u^2)^{\frac{1}{4}}\right)$	0° bis 45° 180 — 135° u. s. w.
$s = \text{Arc: Sin: } u = m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \cdot (1-u^2)^{\frac{1}{4}}\,(4-u)$	45° — 90° 135° — 90° u. s. w.
$s = \text{Arc: Tang: } u = m\pi \pm 0{,}3351851 \cdot \frac{u}{(u^2+1)^{\frac{1}{4}}}\left(4 - \frac{1}{(u^2+1)^{\frac{1}{4}}}\right)$	0° — 45° 180 — 135° u. s. w.
$s = \text{Arc: Tang: } u = m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \left(\frac{4}{(u^2+1)^{\frac{1}{4}}} - \frac{u}{u^2+1}\right)$	45° — 90° 135° — 90° u. s. w.
$s = \text{Arc: Cot: } u = m\pi \pm 0{,}3351851 \cdot \left(\frac{4}{(u^2+1)^{\frac{1}{4}}} - \frac{u}{u^2+1}\right)$	0° — 45° 180° — 135° u. s. w.
$s = \text{Arc: Cot: } u = m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \cdot \frac{u}{(u^2+1)^{\frac{1}{4}}}\left(4 - \frac{1}{(u^2+1)^{\frac{1}{2}}}\right)$	45° — 90° 135° — 90° u. s. w.

Es versteht sich, daß die Formeln, welche gelten von 0° bis 45° von 180° bis 135°, auch von 180° bis 225 von 360° bis 315° gelten; eben so, daß die Formeln, welche gelten von 45° bis 90° von 135° bis 90°, auch von 225° bis 270° von 270°

bis 315° gelten, u. ſ. w., wie ſich dieß von ſelbſt ergibt, wenn man ſtatt m allmählig die Werthe 0, 1, 2, 3, 4, 5, ... ſubſtituirt. Es möge u als poſitive oder als negative Zahl gegeben werden, ſo wird es immer mit jenem Zeichen + oder — ſubſtituirt, das dem jedesmaligen u zukommt, wenn dieß u (nach Maaßgabe ſeiner Bedeutung) einen poſitiven Cosinus entſprechen ſoll. Da z. B. einem poſitiven Cosinus ein poſitiver und negativer Sinus entſpricht, ſo iſt in den Gleichungen für Arc: Sin u das u mit beiden Zeichen ± in die Formel zu ſubſtituiren, es mag der Sinus als poſitive oder als negative Zahl gegeben werden.

Die hier angeſetzten Gleichungen mögen hinreichen, um mit ziemlicher Annäherung da zu operiren, wo man allgemein alle zuſammen gehörigen Werthe von s und u zu ſubſtituiren nöthig hat. In jenen Fällen hingegen, wo die Subſtitutionen der zuſammen gehörigen Werthe von s und u ſich blos auf jene Bögen beziehen dürften, welche innerhalb der Grenzen 0° und 20° lägen, oder innerhalb der Grenzen 70° und 90°, operirt man mit weit größerer Genauigkeit, wenn man durchgehends ſtatt des Koeſizienten 0,5551851 den Koeſizienten 0,5555555 anſetzt. Die ſolchermaſſen (ſich auf die Grenzen 0° und 20° dann 70° und 90° beziehenden) erhaltenen Reſultate ſind dann um ſo genauer, je näher die Bögen, auf welche ſich die ſubſtituirten zuſammen gehörigen Werthe von s und u beziehen, den Werthen 0° und 90° liegen.

Wir könnten nun zwar Sin: s, Cos: s, Tang: s, Cot: s, durch s ausgedrückt, aus obigen Gleichungen 4 und 5 unmittelbar finden. Allein wir geräthen hier auf Gleichungen des 4ten Grades, die zu höchſt weitläuftigen Ausdrücken führen. Um daher bequemere Ausdrücke zu erhalten, ſuchen wir vorläufig unmittelbar den Ausdruck für Sin s, und zwar ſo:

Es iſt

$$\sin s = (2x - x^2)^{\frac{1}{2}};$$ ferner iſt

$$-\cos s + 4 = -(1-x) + 4 = 3 + x;$$

wir hatten oben (Gleichung 3) wenn wir uns auf die Grenze von 0° bis 25° beſchränkten,

$s = 0{,}3333333 \left(2x - x^2\right)^{\frac{1}{2}} (4 - \text{Cos}: s)$, alſo

$\left(2x - x^2\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{s}{0{,}3333333\,(4 - \cos s)}$, aber

$\left(2\pi - x^2\right)^{\frac{1}{2}} = \sin s$, alſo

$\sin s = \frac{s}{0{,}3333333\,(4 - \cos s)}$, folglich

$-4 + \cos s = \frac{-s}{0{,}3333333 \cdot \sin s}$,

$-1 + \sin^2 s = -\left(4 - \frac{s}{0{,}3333333 \cdot \sin s}\right)^2$

$\sin^2 s = -15 + \frac{8 \cdot s}{0{,}3\ldots\ldots3\ \sin s} - \frac{s^2}{(0{,}3\ldots\ldots3)^2 \cdot \sin^2 s}$

6) $\text{Sin}^4 s + 15\,\text{Sin}^2 s - \frac{8 \cdot s}{0{,}3\ldots\ldots1}\,\text{Sin}\,s + \frac{s^2}{(0{,}3\ldots\ldots1)^2} = 0$,

worinn bei genugſam kleinen Werthen von s ſtatt Sin ^4s geſetzt werden darf s^4.

Der Fehler kann (von 0° bis 23°) höchſtens $\frac{1}{450}$ betragen.

Bekanntlich iſt

$\cos: s = 1 - 2\,\text{Sin}^2 \frac{s}{2}$, alſo iſt $\cos: s = 1 - \frac{s^2}{18 \cdot (0{,}3333333)^2}$,

welches von 0° bis 23° ziemlich nahe kömmt, da

$\text{Sin}^2 \frac{s}{2} = \frac{\frac{17}{4} s^2 + 4 \cdot s\left(\frac{s^2}{4} - 15 \cdot 0{,}3333333^2 \frac{s^4}{16}\right)^{\frac{1}{2}} - \frac{s^4}{15 \cdot 16}}{15^2 \times 0{,}3333333^2}$ iſt,

oder, wenn s genugſam klein iſt,

$\text{Sin}^2 \frac{s}{2} = \frac{s^2}{36 \cdot (0{,}3333333)^2}$ geſetzt werden darf.

Wir haben alſo mit ziemlicher Genauigkeit, für die Bögen von 0° bis 23°,

7) $\text{Cos}: s = 1 - \frac{s^2}{1{,}9999998}$, beinahe $\cos: s = 1 - \frac{s^2}{2}$.

Um aber auch Cos: s zu bekommen gültig für alle Bögen von 0° bis 45°, sagen wir:

Es ist bekanntlich

$$\frac{\text{Cos } 2\,\alpha + 1}{2} = \text{Cos}^2\,\alpha, \text{ also}$$

$$\text{cos: } s = 2\,\text{cos}^2\,\frac{s}{2} - 1,$$

also, welches ziemlich genau ist von 0° bis 45°,

8) $\begin{cases} \text{Cos: } s = 1 + 2 \cdot \frac{s^2}{7{,}9999998} \cdot \left(\frac{s^2}{7{,}9999998} - 2 \right), \text{ oder minder genau:} \\ \text{Cos: } s = 1 + \frac{s^2}{4} \left(\frac{s^2}{8} - 2 \right) = 1 + \frac{s^4}{32} - \frac{s^2}{2}. \end{cases}$

Nimmt man letztere sehr bequeme Formel, so beträgt der Fehler höchstens $\frac{1}{170}$, wenn man alle möglichen Bögen s innerhalb der Grenzen 0° und 45° annimmt.

Nennen wir

$$s = \text{Arc: Cos: } u, \text{ und Cos } s = u,$$

so haben wir aus obiger Gleichung:

9) $\text{Arc: Cos: } u = \pm \sqrt{8 \pm \sqrt{32\,(1+u)}}$, welches ziemlich genau ist von 0° bis 45°.

Wenn das Transzendente mit in den Ausdruck gebracht wird, so haben wir

10) $\cos\,(m\,\pi \pm s) = 1 + \frac{s^4}{32} - \frac{s^2}{2}$, $\cos\,(n\,\pi \pm s) = -1 - \frac{s^4}{32} + \frac{s^2}{2}$, worinn m = 0, 2, 4, 6, 8, ..., dann n = 1, 3, 5, 7, ..., gültig von 0° bis ± 45° und von 135° bis 225°; der größte Fehler kann hier betragen $= \frac{1}{170}$.

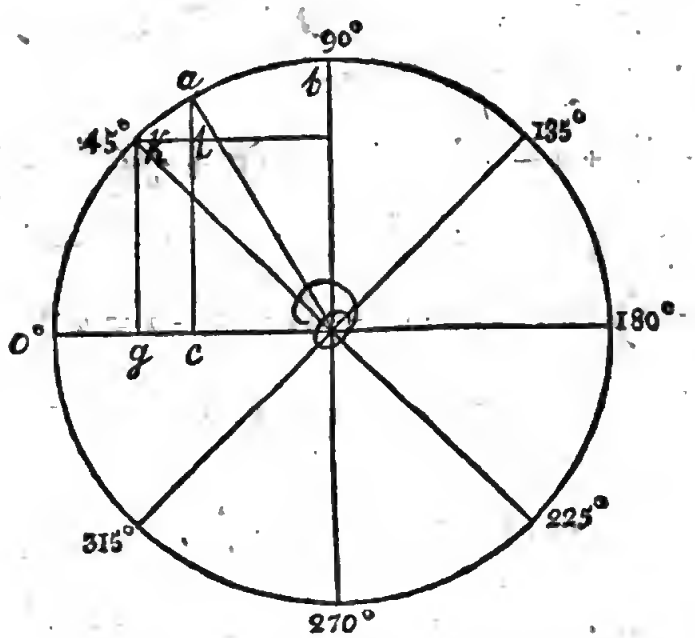
Für s > 45° sagen wir

11) $\text{Cos}\,(m\,\pi \pm s) = \frac{\pi}{2} - s + \frac{1}{160}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^5 - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^3$, ferner

$\cos(n\pi \pm s) = -\cos(m\pi \pm s) =$ u. s. w., woselbst die 5te Potenz vernachläßigt werden dar, wenn s von $\frac{\pi}{2}$ nicht sehr abweicht, welche Gleichungen gültig sind von $\pm 45°$ bis $\pm 90°$ und von $90°$ bis $135°$ dann von $225°$ bis $270°$ u. s. w., wobei der größte Fehler betragen kann $= \frac{1}{1200}$.

In obigen Gleichungen ist

$$\frac{\pi}{2} = 1{,}57079633.$$



Die Gleichungen 11) werden folgendermaſſen erhalten:

oa = s, cl = cos: s = 1 — og — ge = 1 — og — kl.

Laßt uns nun bloß die Kurve kab betrachten, worinn kl = x und la = y die Coordinaten des Kurvenstückes oa = s darstellen. Vorläufig bemerken wir, daß,

innerhalb der Grenzpunkte k und b, keine zur kb gezogene Tangente mit einer zu kl gezogenen Parallelen einen Winkel bilden könne, der größer als 45° wäre.

Nun ſagen wir:

$dx = ds \cos: adb = ds \cos\left(\frac{\pi}{2} - s\right)$, [worinn $\frac{\pi}{2} - s$ nie 45° überſchreitet;] daher

$dx = ds : \left(1 + \frac{\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^4}{3^2} - \frac{\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^2}{2}\right)$, und folglich $x = C - \left(\frac{\pi}{2} - s\right) - \frac{1}{160}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^5 + \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^3 =$ oder, da für $x = gd$ das $s = okb = \frac{\pi}{2}$ wird,

$x = gd - \frac{\pi}{2} + s - \frac{1}{160}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^5 + \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^3$; folglich

$\cos: s = 1 - og - gd + \frac{\pi}{2} - s + \frac{1}{160}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^5 - \frac{1}{6}\left(\frac{\pi}{2} - s\right)^3$, worinn $1 - og - gd = 1 - 1 = 0$ iſt.

Die Gleichungen 11) ſind um ſo genauer, je kleiner der Werth von $\left(\frac{\pi}{2} - s\right)$ iſt, (denn ſie beruhen auf der Gleichung

$$\cos: s = 1 + \frac{s^4}{3^2} - \frac{s^2}{2},$$

worinn s durch $\left(\frac{\pi}{2} - s\right)$ ſubſtituirt ward); der größte Fehler, den die Gleichungen 11) geben können, erfolgt alſo dann, wenn

$\frac{\pi}{2} - s = \frac{\pi}{4}$ wird, alſo wenn $s = \frac{\pi}{4}$

iſt; aber auch hier beträgt der Fehler nur $\frac{1}{1200}$.

betrachten wir den Ausdruck (Gleichung 8)

$$\text{Cos: } s = 1 - \frac{s^2}{2} + \frac{s^4}{3^2},$$

so können wir die schöne, und für die Bestimmung eines der Wahrheit sehr nahe kommenden Ausdruckes für Cos: s sehr wichtige Bemerkung machen, daß, wenn man von Cos: s die 1te abgeleitete Funktion — Sin s sucht; ferner, wenn man von sin: s die 1te abgeleitete Funktion cos s sucht, u. s. w. daß man für sin s, dann für cos: s, dann für sin: s Ausdrücke erhält, welche von der Wahrheit allmählig mehr und mehr abweichen. Man erhält nemlich solchermassen:

$\text{Cos: } = 1 - \frac{s^2}{2} + \frac{s^4}{3^2}$, dann $\text{Sin: } s = s - \frac{s^3}{3}$, dann $\text{Cos } s = 1 -$

$\ldots\ldots - \frac{3}{8} s^2$, endlich $\text{Sin } s = \frac{3}{4} s$;

woselbst (innerhalb der Grenzen 0° und 45°) die größten Fehler (nemlich bei 45°) betragen, im 1ten Falle $= \frac{1}{170}$, im 2ten Falle $= \frac{1}{40}$, im 3ten Falle $=$

$= \frac{1}{11}$, im 4ten Falle $= \frac{1}{6}$. Kehrt man hingegen die Operation um, nimmt nemlich Cos: s als erste abgeleitete Funktion an, und sucht deren ursprüngliche Funktion Sin s, nimmt dann Sin s als 1te abgeleitete Funktion an, und sucht deren ursprüngliche Funktion $-\cos s$, u. s. w.; so gelangt man allmählig auf Ausdrücke, welche der Wahrheit stets näher und näher kommen, wie man in dieser Operation fortschreitet. Diesem gemäß erhalten wir folgende Ausdrücke (aproximative gültig innerhalb der Grenzen 0° und 45°), welche der Wahrheit immer näher kommen, wie man von dem nächststehenden nach dem entferntern hin sich wendet.

(Gültig, so lange s die Grenzen o° bis 45° nicht überschreitet).

	Beträgt der größte Fehler nemlich bei 45°.
12) Cos: $s = 1 - \frac{s^2}{2} + \frac{s^4}{3^2} \ldots$	$\frac{1}{170}$
13) Sin: $s = s - \frac{s^3}{6} + \frac{s^5}{160} -$ (übereinstimmend mit Gleichung 11.)	$\frac{1}{1200}$
14) Cos: $s = 1 - \frac{s^2}{2} + \frac{s^4}{24} - \frac{s^6}{960} = 1 - \frac{1}{2}(s^2) +$	
$+ \frac{1}{24}(s^2)^2 - \frac{1}{960}(s^2)^3 \ldots$	. . . . .
15) Sin: $s = s - \frac{s^3}{6} + \frac{s^5}{120} - \frac{s^7}{6720} \ldots$	. . . . .
16) Cos: $s = 1 - \frac{s^2}{2} + \frac{s^4}{24} - \frac{s^6}{720} + \frac{s^8}{55760} \ldots$	. . . . .
17) Sin: $s = s - \frac{s^3}{6} + \frac{s^5}{120} - \frac{s^7}{5040} + \frac{s^9}{485340}$	. . . . .
u. s. w.	

Interessant ist die Bemerkung, daß die hier auf einem ganz neuem Wege aus einander entwickelten Formeln, allmählig jenen 2 allgemein bekannten unendlichen Reihen näher rücken, deren man sich bisher (für sehr kleine Werthe von s) bediente, nemlich den Reihen

Sin: $s = s - \frac{s^3}{2.3} + \frac{s^5}{2.3.4.5} - \frac{s^7}{2.3.4.5.6.7} +$	. . . . .
und Cos: $s = 1 - \frac{s^2}{2} + \frac{s^4}{2.3.4} - \frac{s^6}{2.3.4.5.6} +$	
$+ \frac{s^8}{2.3.4.5.6.7.8} \ldots$	. . . . .

Es verſteht ſich, daß jede der obigen Gleichungen 12,14,16.... zugleich auch den Ausdruck gebe für $\text{Sin}:\left(\frac{\pi}{2}-s\right)$, in ſoferne $\left(\frac{\pi}{2}-s\right)$ nicht $> 90°$ und nicht $< 45°$ iſt, u. ſ. w. Setzen wir daher

$$\frac{\pi}{2}-s=S, \quad \text{alſo } s=\frac{\pi}{2}-S,$$

ſo haben wir [ſo lange S innerhalb der Grenzen 45° und 90° bleibt]

$$\text{z. B. Sin: } S=1-\frac{\left(\frac{\pi}{2}-S\right)^2}{2}+\frac{\left(\frac{\pi}{2}-S\right)^4}{3^2} \text{ u. ſ. w.}$$

Uebrigens iſt nicht zu vergeſſen, daß alle die Formeln, bei ihrer Anwendung, den ihnen entſprechenden transzendenten Charakter annehmen müſſen; es iſt nemlich $\text{Cos: } s=\text{Cos}\,(m\,\pi\pm s)$ und $-\text{Cos: } s=\text{Cos}\,(n\,\pi\pm s)$, worinn $m=0,2,4,6,8,\ldots$, und $n=1,3,5,\ldots$; eben ſo iſt $\text{Sin: } S=\text{Sin}\,(m\pi+S)=\text{Sin}\,(n\,\pi-S)$, und $-\text{Sin } S=\text{Sin: }(m\,\pi-S)=\text{Sin}\,(n\,\pi+S)$.

Anwendung der gefundenen trigonometriſchen Formeln auf die Integralrechnung.

Bekanntlich iſt

$$\int \frac{dx}{a^2 + x^2} = C + \frac{1}{a} \text{ Arc: Tang: } \frac{x}{a} = C + \frac{1}{a} \text{ Arc: Cos: } \left(\frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}} \right);$$

alſo iſt [Gleichung 4 und 5].

16) $$\int \frac{dx}{a^2 + x^2} = C + \frac{1}{a} \left(m\pi \pm 0{,}3351851 \left(1 - \frac{a^2}{a^2 + x^2}\right)^{\frac{1}{2}} \left(4 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}\right)\right),$$

ſo lange das poſitive $\frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ innerhalb 0,7071068 und 1, ſo wie das negative $\frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und -1 liegt, oder

$$= C + \frac{1}{a} \left(m.\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 . \frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}} \times \left(4 - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \left(1 - \frac{a^2}{a^2 + x^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right)\right),$$

ſo lange das poſitive $\frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ innerhalb

0,7071063 und 0, ſo wie das negative $\frac{a}{\sqrt{a^2 + x^2}}$ innerhalb — 0,7071068 und 0 liegt.

Bekanntlich iſt

$$\int \frac{dx}{a^2 + 2bx + x^2} = [\text{wenn } a^2 > b^2] = C + \frac{1}{(a^2 - b^2)^{\frac{1}{2}}} \text{ Arc: Tang: } \frac{b + x}{(a^2 - b^2)^{\frac{1}{2}}} = C + \frac{1}{(a^2 - b^2)^{\frac{1}{2}}} \cdot \text{Arc: Cos: } \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a^2 + 2bx + x^2};$$

alſo iſt [Gleichung 4 und 5]

17) $$\int \frac{dx}{a^2 + 2bx + x^2} = C + \frac{1}{(a^2 - b^2)^{\frac{1}{2}}} \left(m \cdot \pi \pm 0{,}335185^1 \left(\frac{b + x}{(a^2 + 2bx + x^2)^{\frac{1}{2}}} \right) \left(4 - \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a^2 + 2bx + x^2} \right) \right),$$

ſo lange das poſitive $\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a^2 + 2bx + x^2}$ innerhalb 0,7071068 und 1, ſo wie das negative $\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a^2 + 2bx + x^2}$ innerhalb — 0,7071063 und — 1 liegt, oder $= C +$

$$+ \frac{1}{(a^2 - b^2)^{\frac{1}{2}}} \left(m \cdot \pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}335185^1 \times \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a^2 + 2bx + x^2} \left(4 - \frac{b + x}{\sqrt{a^2 + 2bx + x^2}} \right) \right),$$

ſo lange das poſitive $\frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a^2 + 2bx + x^2}$

innerhalb 0,7071068 und o, ſo wie das negative $\sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2 + 2bx + x^2}}$ innerhalb — 0,7071068 und o liegt.

Bekanntlich iſt

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = C + \text{Arc: Sin: } \frac{x}{a} = C + \text{Arc: Cos: } \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}},$$ alſo iſt

[Gleichung 4 und 5]

$$18) \int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = C + m.\pi \pm 0{,}3531851 . \frac{x}{a} \left(4 - \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}\right),$$

ſo lange das poſitive $\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$ innerhalb 0,7071068 und 1, ſo wie das negative $\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$ innerhalb — 0,7071068 und — 1 liegt, oder $= C + m.\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3531851 \sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}} \left(4 - \frac{x}{a}\right)$, ſo lange das poſitive $\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$ innerhalb 0,7071068 und o, ſo wie das negative $\sqrt{1 - \frac{x^2}{a^2}}$ innerhalb — 0,7071068 und o liegt.

Bekanntlich iſt

$$\int - \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = C + \text{Arc: Cos: } \frac{x}{a}, \text{ alſo [Gleichung 4 und 5.]}$$

$$19) \int - \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \text{u. ſ. w. welches leicht zu finden iſt.}$$

Bekanntlich iſt

$$\int \frac{a\,dx}{x\sqrt{x^2 - a^2}} = C + \text{Arc: Cos: } \frac{a}{x}, \text{ alſo iſt [Gleichung 4 und 5]}$$

20) $\int \frac{a\,dx}{x\sqrt{x^2 - a^2}} = C + m\pi \pm 0{,}3351851 \frac{\sqrt{x^2 - a^2}}{x^2}(4x - a)$,

so lange das positive $\frac{a}{x}$ innerhalb 0,7071068 und 1, so wie das negative $\frac{a}{x}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und -1 liegt, oder $= C + m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \cdot \frac{a}{x^2} \cdot \left(4x - \sqrt{x^2 - a^2}\right)$, so lange das positive $\frac{a}{x}$ innerhalb 0,7071068 und 0, so wie das negative $\frac{a}{x}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und 0 liegt.

Bekanntlich ist

$\int \frac{dx}{\sqrt{2ax - x^2}} = C + \text{Arc : Cos : } \left(\frac{a - x}{a}\right)$, also ist [Gleichung 4 und 5]

21) $\int \frac{dx}{\sqrt{2ax - x^2}} = C + m\pi \pm 0{,}3351851 \cdot \frac{(2ax - x^2)^{\frac{1}{2}}(3a + x)}{a^2}$

so lange das positive $\frac{a - x}{a}$ innerhalb 0,7071068 und 1, so wie das negative $\frac{a - x}{a}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und -1 liegt, oder $= C + m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \cdot \frac{(a - x)\left(4a - (2ax - x^2)^{\frac{1}{2}}\right)}{a^2}$, so lange das positive $\frac{a - x}{a}$ innerhalb 0,7071068 und 0, so wie das negative $\frac{a - x}{a}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und 0 liegt.

Bekanntlich ist

$\int \frac{dx}{\sqrt{1 - x^2}} = C + \text{Arc: Sin } x = C + \text{Arc: Cos: } \sqrt{1 - x^2}$, also ist [Gleichung 4 und 5]

21) $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = C + m\pi \pm 0{,}3351851 \cdot x \left(4 - (1-x^2)^{\frac{1}{2}}\right)$,

so lange das positive $\sqrt{1-x^2}$ innerhalb 0,7071068 und 1, so wie das negative $\sqrt{1-x^2}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und -1 liegt, oder $= C + m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 (1-x^2)^{\frac{1}{2}} (4-x)$, so lange das positive $\sqrt{1-x^2}$ innerhalb 0,7071068 und 0, so wie das negative $\sqrt{1-x^2}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und 0 liegt.

Da nun bekanntlich

$\int \frac{x^2 dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{1}{2}$ Arc: Sin: $x - \frac{1}{2} x \cdot z$, ferner

$\int \frac{x^4 dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}$ Arc: Sin: $x - \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} x \cdot z - \frac{1}{4} \cdot x^3 z$,

ferner $\int \frac{x^6 dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}$ Arc: Sin: $x - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} x \cdot z$, ferner

$\int \frac{x^8 dx}{\sqrt{1-x^2}} = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}$ Arc: Sin: $x - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} \cdot x \cdot z - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{4 \cdot 6 \cdot 8} x^3 \cdot z - \frac{1 \cdot 7}{6 \cdot 8} x^5 z - \frac{1}{8} x^7 \cdot z$, u. s. w.,

worinn $z = \sqrt{1-x^2}$ gesetzt wurde, so lassen sich obige Integralausdrücke auf ähnliche Art ausdrücken (als Gleichung 22).

Bekanntlich ist

$\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2-1}} = C +$ Arc: Cos: $\frac{1}{x}$, also ist [Gleichung 4 und 5]

23) $\int \frac{-dx}{x\sqrt{x^2-1}} = C + m\pi \pm 0{,}3351851 \cdot \frac{(x^2-1)^{\frac{1}{2}} (4x-1)}{x^2}$,

so lange das positive $\frac{1}{x}$ innerhalb 0,7071068 und 1, so wie das negative $\frac{1}{x}$

innerhalb — 0,7071068 und —1 liegt, oder $= C + m\pi \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \cdot \frac{\left(4x - (x^2-1)^{\frac{1}{2}}\right)}{x^2}$ ſo lange das poſitive $\frac{1}{x}$ innerhalb 0,7071068 und 0, ſo wie das negative $\frac{1}{x}$ innerhalb — 0,7071068 und 0 liegt.

Da bekanntlich

$$\int \frac{dx}{x^1 \sqrt{x^2-1}} = C + \frac{1}{2} \cdot \frac{u}{x^2} + \frac{1}{2} \text{ Arc: Cos: } \frac{1}{x}, \text{ ferner}$$

$$\int \frac{dx}{x^1 \sqrt{x^2-1}} = C + \frac{1}{4} \frac{u}{x^4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \frac{u}{x^3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}$$

Arc: Cos: $\frac{1}{x}$, u. ſ. w., worinn $u = \sqrt{x-1}$ bedeutet, ſo laſſen ſich alle dieſe Ausdrücke (nach Gleichung 4 und 5) aproximative auch algebraiſch angeben.

Bekanntlich iſt

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a+2bx-x^2}} = N - \text{Arc: Cos: } \left(\frac{x-b}{\sqrt{a+b^2}}\right), \text{ alſo iſt [Gleichung 4 und 5]}$$

24) $$\int \frac{dx}{\sqrt{a+2bx-x^2}} = N - m\pi \mp 0{,}3351851 \times \times \frac{\left(a+2bx-x^2\right)^{\frac{1}{2}} \left(4\left(a+b^2\right)^{\frac{1}{2}} - x + b\right)}{\left(a+b^2\right)^{\frac{1}{2}}},$$

ſo lange das poſitive $\frac{x-b}{\sqrt{a+b^2}}$ innerhalb 0,7071068 und 1, ſo wie das negative $\frac{x-b}{\sqrt{a+b^2}}$ innerhalb — 0,7071068 und — 1 liegt, oder $= N - m\pi \mp 1{,}57079635 \pm 0{,}3351851 \times \left(\frac{x-b}{a+b^2}\right) \left(4\left(a+b^2\right)^{\frac{1}{2}} -\right.$

$-(a + 2bx - x^2)^{\frac{1}{2}}\Big)$, so lange das positive $\frac{x - b}{\sqrt{a + b^2}}$ innerhalb 0,7071068 und 0, so wie das negative $\frac{x - b}{\sqrt{a + b^2}}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und 0 liegt.

Bekanntlich ist

$$\int \frac{a\,dx}{x\sqrt{x^2 + 2bx - a^2}} = C + \text{Arc: Cos:}\left(\frac{a^2 - bx}{x\sqrt{a^2 + b^2}}\right),$$ also ist [Gleichung 4 und 5].

$$25)\ \int \frac{a\,dx}{x\sqrt{x^2 + 2bx - a^2}} = C + m\pi \pm 0{,}3351851 \times \frac{\times\left(a^2x^2 + 2a^2bx - a^4\right)^{\frac{1}{2}}\cdot\left(4x\sqrt{a^2 + b^2} - a^2 + bx\right)}{x^2\left(a^2 + b^2\right)},$$

so lange das positive $\frac{a^2 - bx}{x\sqrt{a^2 + b^2}}$ innerhalb 0,7071068 und 1, so wie das negative $\frac{a^2 - bx}{x\sqrt{a^2 + b^2}}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und -1 liegt, oder $= C + m\pi \pm \pm 1{,}57079633 \mp 0{,}3351851 \cdot$

$$\frac{\left(a^2 - bx\right)\left(4^2x^2\left(a^2 + b^2\right)^{\frac{1}{2}} - \left(a^2x^2 + 2a^2bx - a^4\right)^{\frac{1}{2}}\right)}{x^2\left(a^2 + b^2\right)}$$

so lange das positive $\frac{a^2 - bx}{x\sqrt{a^2 + b^2}}$ innerhalb 0,7071068 und 0, so wie das negative $\frac{a^2 - bx}{x\sqrt{a^2 + b^2}}$ innerhalb $-0{,}7071068$ und 0 liegt.

Bekanntlich ist

$\int dx\ \text{Cos}\ x = \text{Sin}\ x$, $\int -dx\ \text{Sin}\ x = \text{Cos}\ x$, $\int \frac{dx}{\cos^2 x} = \text{tang:}\ x$,

$\int \frac{-dx}{\mathrm{Sin}^2 x} = \mathrm{Cotang}: x$, $\int \frac{dx \mathrm{Sin}\, x}{\mathrm{Cos}^2 x} = \mathrm{Sec}: x$, $\int \frac{-dx \mathrm{Cos}\, x}{\mathrm{Sin}^2 x} =$

$=$ Cosec: x, u. ſ. w.; alle dieſe Ausdrücke, auf den Sinus und Cosinus reduzirt, geben alſo algebraiſch ausgedrückte Reſultate. [Gleichung 12, 13, u. ſ. w.]

Bekanntlich iſt

$$\int e^{\alpha\varphi} d\varphi \,\mathrm{Cos}\,\varphi = \frac{e^{\alpha\varphi}(\alpha \,\mathrm{Cos}\,\varphi + \mathrm{Sin}\,\varphi)}{1 + \alpha^2}$$

[α konſtant, und e die Baſis der natürlichen Logarithmen], alſo [Gleichung 13 und 14]

$$26) \int e^{\alpha\varphi} d\varphi \,\mathrm{Cos}\,\varphi = \frac{e^{\alpha\varphi}\left(\alpha + \varphi - \alpha.\frac{\varphi^3}{2} - \frac{\varphi^3}{6} + \alpha.\frac{\varphi^4}{24} + \frac{\varphi^5}{160} - \alpha.\frac{\varphi^6}{960}\right)}{1 + \alpha^2}$$

ſo lange φ innerhalb 0 und 0,78539816 liegt, oder $=$

$$= \frac{e^{\alpha\varphi}\left(1 + \alpha\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right) - \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^2}{2} - \alpha\frac{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^3}{6} + \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^4}{24} + \right.}{1 +}$$

$$\left. + \alpha\frac{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^5}{160} - \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)^6}{960}\right)$$

$$+ \alpha^2$$

ſo lange φ innerhalb 0,78539816 und 1,57079633 liegt.

Anwendung der gefundenen trigonometrischen Ausdrücke auf die Integralformel eines einzelnen Falles aus der analytischen Dynamik, nemlich aus der Theorie der Hammerwerke.

Die Hämmer theilen sich vorzüglich in Aufwurfhämmer und Schwanzhämmer, deren dynamische Berechnungen vorzüglich auf der Theorie des Stoßes beruhen.

Es ist bei Hammerwerken sehr wichtig, daß die Schläge schnell auf einander folgen, theils da sie nur in so lange wirksam sind, als das Eisen noch weich ist, theils auch weil ein langsames Schmieden allemal mit einem beträchtlichen Abgange verbunden ist, indem die Oberfläche des glühenden Eisens sich mit dem Orygen aus der atmosphärischen Luft verbindet, wodurch der Hammerschlag entsteht. Diese Schnelligkeit der Hammerschläge wird erreicht durch ein tieferes Einfallen des Aufschlagewassers, oder besser durch Vorgelege; ferner auch durch den über dem Hammer angebrachten Prellbalken, welche Vorrichtung aber mit dem Ruin des Hammergerüstes und wegen der unvollkommenen Elasticität des Prellbalkens mit einem Verluste an ökonomischem Effekte verbunden ist. Weit besser wird dieser Endzweck durch die in England üblichen Kratschhämmer erreicht, wobei ohne die Flughöhe zu vermindern die Kürze des Schlags dadurch erreicht wird, daß der Schwerpunkt des Hammerhelms, der ein einziger Klumpen ist, sehr nahe an der Hammerhülse zu stehen kömmt, und das Gewicht des Hammerkopfes gegen jenes des Hammerhelms unbedeutend ist.

Wir wollen diesen wichtigen Gegenstand der analytischen Mechanik hier etwas ausführlicher behandeln.

Digitized by Google

Der Halbmeſſer des Rades am Hammerwerke ſey = a; die an der Peripherie dieſes Rades, nach der Tangente, wirkende beſtändige Kraft ſey = P *).

An der Welle des Rades ſind Daumen angebracht, welche am hinterſten Ende des Schwanzhammers (deſſen hypomochlium in der Hammerhülſe iſt) anſtoſſen, und dadurch den Hammerkopf in die Höhe werfen.

Es iſt offenbar, daß die zwiſchen dem Daumen und dem Ende des Hammerhelms wirkſame Kraft während dem Stoſſe (die während dem Zeitelemente dt den Druck K ausübt) die freie Bewegung des Rades verzögert, den Hammer dagegen beſchleunigt.

Sey b der Wellenhalbmeſſer; ferner, Mm^2 die Summe aller ſich auf die Wellenare beziehenden Trägheitsmomente; heiße ferner W die Winkelgeſchwindigkeit des Rades am Ende jener Zeit t, welche hier vom Anfange der Berührung des Daumens mit dem Hammerhelme an gemeſſen wird; iſt ferner der Winkel, welcher binnen der Zeit t beſchrieben wurde =

$$= \text{, ſo iſt } \varphi \frac{Kb - Pa}{Mm^2} = - \frac{W\,dW}{2g.d\varphi},$$

worinn g die Beſchleunigung der Schwere iſt. War endlich C die Winkel-Geſchwindigkeit, womit der Daumen beim Anfange des Stoſſes anlangte, ſo iſt

$$\int \left(\frac{K\,b\,d\varphi}{M\,m^2}\right) - \frac{P\,a\,\varphi}{M\,m^2} = \frac{C^2 - W^2}{4g}, \text{ und hieraus,}$$

$$\int (K.b\,d\varphi) \text{ oder } F(\varphi) = M\,m^2 \left(\frac{C^2 - W^2}{4g}\right) + P\,a\,\varphi;$$

alſo iſt am Ende des Stoſſes $\int k\,b\,d\varphi$, worinn $\varphi = \varphi'$ geſetzt wird, oder

*) Iſt P die Kraft des Waſſers bei einem ober- oder unterſchlächtigen Rade, ſo kann approximative P nur dann als beſtändig betrachtet werden, wenn das Rad faſt gleichförmig läuft, welches vorzüglich durch Schwungräder ..... begünſtigt wird.

Digitized by Google

$F(\varphi') = M m^2 \left(\frac{C^2 - W'^2}{4g}\right) + P a \varphi'$ [wenn am Ende des Stoſſes $\varphi = \varphi'$ und $W = W'$].

Man bemerke, daß der Stoß nicht nothwendig jenen ganzen Raum hindurch dauern müſſe, über den die Endpunkte des Daumens und Helms einander dann berühren würden, wenn ſie nur übereinander fortgeſchoben würden. Das Auslaſſen bezieht ſich hier auf jenen Augenblick, wo der Daumen aufhört den Helm zu berühren, wenn er ihn gleich beim bloßen Fortſchieben, noch fernerhin berühren könnte.

Sobald der Daumen den Hammerhelm ausläßt, ſo beſchleunigt die Kraft P die ganze, um die Wellenaxe zu bewegende Maſſe, bis zu dem Angriffe des folgenden Daumens; denn in dieſer Zwiſchenzeit hat P bloß die Trägheit dieſer Maſſe zu überwältigen, und ertheilt ihr während dieſer Zeit ſo viel an Winkel-Geſchwindigkeit, daß der Daumen zum folgenden Angriffe abermals mit der Winkel-Geſchwindigkeit C anlangt; vorausgeſetzt, daß die Maſchine ſchon im Beharrungsſtande iſt, daß nemlich alle Hebedaumen mit einerlei Winkel-Geſchwindigkeit zur Berührung des Hammerhelms gelangen.

Wird (vom Auslaſſen des Daumens an gemeſſen) binnen der Zeit τ ein Winkel ψ beſchrieben, und beſteht am Ende der Zeit τ die Winkel-Geſchwindigkeit u, ſo iſt:

$\frac{u\,du}{2g} = \frac{P a}{M m^2} \cdot d\psi$, alſo $\frac{u^2}{4g} + D = \frac{P a}{M m^2} \cdot \psi$; und da für $\psi = o$ zugleich $u = W'$ iſt, ſo iſt $D = -\frac{W'^2}{4g}$, alſo $\frac{u^2 - W'^2}{4g} = \frac{P a}{M m^2} \cdot \psi$. Iſt daher ψ' der beſchriebene Winkel bis zum nächſten Angriffe, ſo beſteht dann Beharrungsſtand, wenn für $\psi = \psi'$, zugleich $u = C$ wird, alſo wenn

$$\frac{C^2 - W'^2}{4g} = \frac{P a}{M m^2} \cdot \psi' \text{ iſt.}$$

Unter der Vorausſetzung des Beharrungsſtandes, iſt

$$P a (\varphi' + \psi') = F(\varphi').$$

Denn $F(\varphi') = M m^2 \left(\frac{C^2 - W'^2}{4g}\right) + P a . \varphi'$, oder $P a . \varphi' = F(\varphi') - M m^2 \left(\frac{C^2 - W'^2}{4g}\right)$, ferner $P a . \psi' = M m^2 \left(\frac{C^2 - W'^2}{4g}\right)$, also $P a (\varphi' + \psi') = F(\varphi')$.

Setzen wir des Hammerkopfes Gewicht, sammt dem auf den Schwerpunkt des Hammerkopfs reduzirten Gewichte des Helms $= Q$, die Abstände des Kopfs und des Stoßpunktes (am Helme) von der Hülse $= q$ und f; ferner des Hammers Winkel-Geschmeidigkeit am Ende der Zeit $t = U$, und den Winkel, den er während der Zeit t beschreibt $= \omega$ (Zeit t und Winkel ω werden gemessen vom ersten Augenblicke eines Angriffes an, und beziehen sich bloß auf die Dauer dieses Angriffes) so ist

$\frac{K f - Q q}{N n^2} = \frac{U d U}{2 g d \omega}$, [$N n^2$ Trägheitsmoment des ganzen Hammers sammt Helm um die Hülse] folglich

$\int K f d \omega = \frac{N n^2 . U^2}{4g} + Q . q . \omega$. zuzusetzen ist hier keine konstante Größe, indem der Hammer seine Bewegung immer von der Ruhe anfängt.

Wenn der Daumen ausläßt, nemlich am Ende des Stoßes, ist

$\frac{N n^2 . U'^2}{4g} + Q q \omega' = \int K f d \omega$ *), worinn $\omega = \omega'$ gesetzt wird. Da nun $P a (\varphi' + \psi') = \int K b d \varphi$, worinn $\varphi = \varphi'$ gesetzt wird, und $\int K b d \varphi$, worinn $\varphi = \varphi'$ gesetzt wird, $= \int K f d \omega$, worinn $\omega = \omega'$ gesetzt wird, ist **),

*) $\int K f d \omega$ als eine Funktion von ω setzen wir $= \lambda(\omega)$, so heißt $\int K f d \omega$, worinn $\omega = \omega'$ gesetzt wird, so viel, als $\lambda(\omega)$, worinn $\omega = \omega'$ gesetzt wird, oder so viel als $\lambda(\omega')$.

**) Der Grund der Behauptung, $\int K b d \varphi$, worinn $\varphi = \varphi'$ gesetzt wird, $= \int K f d \omega$, worinn $\omega = \omega'$ gesetzt wird, ist folgender: $\int K b d \varphi$, worinn $\varphi = \varphi'$ gesetzt wird, ist der Ausdruck des Kraftaufwandes, womit der Stoßpunkt

so ist $P \cdot a(\varphi' + \psi') = \frac{N n^2 \cdot W'^2}{4g} + Q q \cdot \omega'$. Es ist aber $a(\varphi' + \psi')$ der Weg des Angriffspunktes der Kraft P, von einem Angriffe bis zum folgenden, den wir den Bogen R L nennen, also ist

$P \cdot RL = \frac{N n^2 \cdot U'^2}{4g} + Q q \cdot \omega'$. Kann man ohne merklichen Fehler $N n^2 = Q \cdot q^2$ setzen, so ist $P \cdot RL = Q q^2 \cdot \frac{U'^2}{4g} + Q \cdot q \cdot \omega'$, oder $P \cdot RL = Q\left(\frac{q^2 \cdot U'^2}{4g} + q\omega'\right)$. Da hier $\frac{q^2 U'^2}{4g}$ die Höhe ist, auf welche der Hammerkopf, bis zur Tilgung seiner Geschwindigkeit $q U'$, auffliegt (wenn der Kopf an keinen Prellbalken stößt), da ferner $q \omega'$ der sehr kleine Raum ist, welchen der Kopf binnen der Dauer t' des Stoßes (zwischen Daumen und Helm im Stoßpunkte) durchläuft, so darf man näherungsweise setzen:

$P \cdot RL = Q \cdot \frac{q^2 U'^2}{4g}$. Setzen wir demnach die Flughöhe des Kopfs bei jedem Schlage $= H$, so können wir sagen,

$$P \cdot RL = Q \cdot H.$$

Ist die Anzahl der Hammerschläge während einer Rotation des Rades $= m$, so ist die hiezu nöthige Kraft an der Radperipherie (nach der Tangente des Rades)

$$P = \frac{m \cdot Q \cdot H}{2a\pi}.^*)$$

---

des Daumens, auf den Stoßpunkt des Helms, binnen der Dauer des Stoßes, nemlich binnen der Zeit t', einwirkte. Eben so ist $\int K f d\omega$, worinn $\psi = \omega'$ gesetzt wird, der Ausdruck des Kraftaufwandes, womit der Stoßpunkt des Helms, die Einwirkung des Stoßpunktes am Daumen binnen derselben Zeit t' erwiederte. Nun ist aber die Gegenwirkung gleich der Wirkung, wenn beide auf einerlei Zeit bezogen werden.

*) Weit schneller führet zu diesem Resultate mein dynamischer Lehrsatz, wie ich dieß umständlicher in meiner weitern Entwicklung des Gesetzes der virtuellen Geschwindigkeiten §: 48 zeige.

Die Zeit eines Schlages wollen wir eintheilen in 3 Theile, t, t, t, nemlich: in die Zeit des Auffliegens, des Fallens, und des Liegenbleibens. Daß man für's Liegenbleiben auch eine Zeit laſſen müſſe, iſt einleuchtend, da ſonſt der Hammer bei einem um etwas größern Aufzuge der Schütze, oder bei einer etwas größern Geſchwindigkeit des Rades, das Eiſen gar nicht erreichen würde.

Um die Zeit eines Schlages abzukürzen, läßt man gewöhnlich den Hammer nicht zu der ganzen Höhe H ſteigen, zu der, vermög der ihm von dem Daumen mitgetheilten Geſchwindigkeit, er ſteigen würde; ſondern bringt in einer Höhe, $h < H$, einen Prellbalken an, damit der Hammee im Auffliegen daran ſtoſſe, und ſo deſto eher wieder zurückfalle. Dürfte man den Prellbalken als vollkommen elaſtiſch annehmen, ſo hätte der Kopf dieſelbe Endesgeſchwindigkeit, wenn er auf den Ambos herabfällt, als wenn er ſeine ganze Höhe H erreicht hätte, dann würde alſo der Prellbalken der Stärke des Schlages nichts rauben. Allein dieſe Vorausſetzung findet in der Ausübung nicht ſtatt.

Es iſt P. R. L oder P. C. 3t = Q. H, wo C die mittlere Geſchwindigkeit der Radperipherie bedeutet. Ferner iſt

$$t = \sqrt{\frac{H}{g}} - \sqrt{\frac{H-h}{g}}$$; denn würde der Hammer zu der ganzen Höhe H ſteigen, ſo brauchte er hiezu die Zeit =

$$= \sqrt{\frac{H}{g}}$$; nun ſteigt er aber nur bis auf die Höhe h, alſo iſt die Zeit ſeines Aufſteigens t nur

$$= \sqrt{\frac{H}{g}} - \sqrt{\frac{H-h}{g}}$$, woraus

$$H = \frac{(h + gt^2)^2}{4gt^2}$$, folglich

$$3\,P.\,C.\,t = Q.\,\frac{(h + gt^2)^2}{4gt^2}$$ iſt.

Man sieht leicht ein, daß das im vorhergehenden Gesagte, nicht bloß von Schwanzhämmern, sondern auch von den Aufwurfhämmern gelte. Bei diesen letztern besteht der wesentliche Vortheil, daß die Hammerhülse ungleich weniger leidet. Daher sollen, in der Regel, nur leichte Hämmer, z. B. Zainhämmer, als Schwanzhämmer getrieben werden, hingegen schwere Hämmer als Aufwurfhämmer.

Es wurde früher gesagt, daß man sich, um die erforderliche Kürze des Schlags bei Hammerwerken zu erhalten, des Prellbalkens bediene, durch welchen der Hammerkopf gehindert wird, seine volle Flughöhe zu erreichen, und daher gezwungen wird, in kürzerer Zeit wieder auf den Ambos zurück zu fallen. Allein dieß Mittel führt zwei wesentliche Nachtheile mit sich; denn erstens geht, wegen der unvollkommenen Elastizität des Prellbalkens, ein beträchtlicher Theil des ökonomischen Effekts verloren; und zweitens ist das fortwährende heftige Stossen des Hammers an den Prellbalken, mit dem Zugrunderichten des Hammergerüstes verbunden. Wir wollen demnach hier zeigen, wie man bei einerlei Flughöhe, und einerlei mechanischem Momente der Arbeit, die Schlagzeit abkürzen könne, ohne eines Prellbalkens zu bedürfen; indem man nemlich das Gewicht des ganzen Hammers auf eine eigene Weise vertheilt. Die mathematische Analyse, verbunden mit den Grundsätzen der höhern Dynamik, mögen uns hierüber Aufschluß ertheilen.

Wir bestimmen hier vorläufig folgende Bezeichnungen: Der Hammer bestehe aus dem Hammerkopfe, einem prismatischen Hammerhelme, der Hammerhülse, und einer am Hammerhelme angebrachten Masse, z. B. einem Eisenklumpen, zwischen der Hammerhülse und dem Hammerkopfe. Wir bezeichnen das Gewicht dieser Masse durch B, das Gewicht des Hammerkopfes durch C, den Abstand der Masse B von der Hülse durch a, den Abstand des Hammerkopfes von der Hülse, d. h. die Länge des Hammerhelms durch l_1; ferner, den Querschnitt des Helms (senkrecht durch dessen Axe) durch q, und das Gewicht der kubischen Einheit jener Masse, woraus der Hammerhelm besteht, durch γ. Der, binnen irgend einer Zeit t, vom Hammerhelme um die Hammerhülse beschriebene Bogen sey $= \varphi$, und es bestehe am Ende jener Zeit t, und dieses beschriebenen Bogens φ, die Winkel-Geschwindigkeit $= w$. Die Summe der Trägheitsmomente, der sich um die Hammerhülse (als Umdrehungsaxe betrachtet) bewegenden Masse ist =

$= \frac{\gamma \cdot q}{3} \cdot l^3 + a^2 B + l^2 C$. Die am Ende der Zeit t beſtehende Summe der ſtatiſchen Momente, welche auf die Hammerhülſe (als Umdrehungsaxe) bezogen wird, iſt $= \frac{\gamma \cdot q}{2} \cos \varphi \cdot l^2 + a \cdot B \cdot \cos \varphi + l \cdot C \cdot \cos \varphi$. Das mechaniſche Moment der Kraft (z. B. an der Peripherie des Waſſerrades), bezogen auf die Dauer eines mechaniſchen Cyclus, nemlich vom Angriffe eines Daumens bis zum nächſten Angriffe des folgenden Daumens, ſetzen wir $= M$. Der Bogen, welchen der Hammer bis zu ſeiner vollen ungehinderten Flughöhe beſchreibt, das heißt, der größte Werth von φ, werde durch f bezeichnet. Das mechaniſche Moment des Widerſtandes, nemlich des Auffliegens des Hammers, bezogen auf die ganze Dauer dieſes Auffliegens, nemlich vom Amboße an, bis zu der vollen ungehinderten Flughöhe, welche dem Bogen f entſpricht, dieß mechaniſche Moment der totalen verrichteten Arbeit iſt

$$= \frac{\gamma \cdot q \cdot \sin f}{2} \cdot l^2 + B \cdot a \cdot \sin f + C \cdot l \cdot \sin f.$$

Es iſt

$$\frac{w dw}{2g} = - \frac{\left(\frac{\gamma q}{2} l^2 + a \cdot B + l \cdot C\right) \cos \varphi \, d\varphi}{\frac{\gamma \cdot g}{3} \cdot l^3 + a^2 B + l^2 C}$$

alſo iſt (mit abgekürzten Ausdrücken)

$\frac{c^2 - w^2}{4g} = \frac{A}{D} \cdot \sin \varphi$, worinn c die anfängliche Aufflugsgeſchwindigkeit iſt. Wenn $\varphi = f$ wird, ſo wird $w = o$, alſo haben wir

$$\frac{c^2}{4g} = \frac{A}{D} \cdot \sin f. \text{ Es iſt aber}$$

$$\frac{\gamma q l^2 \cdot \sin f}{2} + B \cdot a \cdot \sin f + C \cdot l \cdot \sin f = M, \text{ alſo}$$

$$\frac{c^2}{4g} = \frac{A}{D} \cdot \frac{M}{\frac{\gamma \cdot q \cdot l^2}{2} + B \cdot a + C \cdot l}, \text{ folglich iſt}$$

$$w^2 = \frac{4g \cdot A \cdot M}{D\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l^2}{2} + B \cdot a + C \cdot l\right)} - \frac{4gA}{D} \cdot \sin \varphi, \text{ oder abgekürzt:}$$

$w = (K - N.\ \mathrm{Sin}\ \varphi)^{\frac{1}{2}}$, und, da $d\varphi = w\,dt$ ist, $t =$

$$= \int \frac{d\varphi}{(K - N \mathrm{Sin}\ \varphi)^{\frac{1}{2}}}.$$

Da wir annehmen können, es werde φ nie sehr groß, so setzen wir $\mathrm{Sin}\ \varphi = \varphi$, und erhalten hiedurch

$$t = \frac{2}{N}\left(K^{\frac{1}{2}} - (K - N\varphi)^{\frac{1}{2}}\right).$$

Nennen wir die Dauer des Auffliegens $= t'$, so ist

$t' = \frac{2}{N}\left(K^{\frac{1}{2}} - N.f\right)^{\frac{1}{2}}\Big)$, oder, da wir $f = \mathrm{Sin}\ f$ setzen dürfen,

$$t' = \frac{\left(\frac{\gamma.q.l^3}{3} + a^2 B + l^2 C\right)^{\frac{1}{2}} . M^{\frac{1}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\left(\frac{\gamma q l^2}{2} + aB + lC\right)}$$

Für das Herabfallen besteht die Gleichung:

$$\frac{dw}{2g\,dt} = \frac{w\,dw}{2g.d(f-\varphi)} = -\frac{w.dw}{2g.d\varphi} =$$

$$= \frac{\frac{\gamma.q.\mathrm{Cos}\ \varphi}{2} l^2 + a.B.\ \mathrm{Cos}\ \varphi + l.C.\mathrm{Cos}\ \varphi}{\frac{\gamma.q.l^2}{3} + a^2 B + l^2 C.}, \text{ woraus folgt:}$$

$$\frac{w^2}{4g} = \frac{\left(\frac{\gamma q l^2}{2} + a.B + l.C\right)}{\frac{\gamma.q.l^2}{3.} + a^2 B + l^2 C}(f - \varphi).$$

Nun ist

$d(f-\varphi) = w\,dt$, also $w = -\frac{d\varphi}{dt}$, folglich:

Digitized by Google

$$t = \frac{\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l^3}{3} + a^3 B + l^3 C\right)^{\frac{1}{2}} (f - \eta)^{\frac{1}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\left(\frac{\gamma q l^2}{2} + a B + l C\right)^{\frac{1}{2}}}.$$

Nennen wir die Dauer des Herabfallens $= t''$, so ist

$$t'' = \frac{\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l^3}{3} + a^3 B + l^3 C\right)^{\frac{1}{2}} \cdot M^{\frac{1}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l^2}{2} + a \cdot B + l \cdot C\right)}.$$

Es ist demnach die Dauer des Auffliegens und Herabfallens

$$= t' + t'' = 2 \frac{\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l^3}{3} + a^3 \cdot B + l^3 C\right)^{\frac{1}{2}} \cdot M^{\frac{1}{2}}}{g^{\frac{1}{2}}\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l^2}{2} + a \cdot B + l \cdot C\right)}.$$

Daß dieser Ausdruck einen kleinen Werth erhalte, das heißt, daß der Schlag kurz ausfalle, wenn kein Prellbalken verwendet wird, hängt (bei übrigens gegebenen Größen) davon ab, was a für einen Werth erhält. Es wird nemlich der Schlag am kürzesten, wenn

$$a = \frac{\left(\frac{\gamma \cdot q \cdot l}{3} + C\right) \cdot l}{\frac{\gamma \cdot q \cdot l}{2} + C} \text{ wird,}$$

wenn also die Masse B näher an die Hülse als der Hammerkopf zu liegen kömmt.

Setzen wir $l = 1$, so ist der Ausdruck, von dem die Dauer des Schlags bei gegebenem mechanischen Momente M abhängt

$$= \frac{\left(\frac{\gamma q}{3} + a^3 B + C\right)^{\frac{1}{2}}}{\frac{\gamma q}{2} + a B + C}.$$

und a ist dann für die kürzeste Dauer des Schlages

$$= \frac{\frac{\gamma q}{3} + C}{\frac{\gamma q}{2} + C}.$$ Hieraus läßt sich nun leicht zeigen, daß die Kürze des Schlages befördert werde, wenn man die Masse B vergrößert. Denn, ist C gegen γq beträchtlich groß, so ist a beinahe $= 1$, und unser Ausdruck

$= \frac{1}{(B + C)^{\frac{1}{2}}}$; ist hingegen C gegen γq sehr klein, so ist a beinahe $= \frac{2}{3}$, und unser Ausdruck beinahe

$= \frac{1}{2\left(3\gamma q + 4B\right)^{\frac{1}{2}}}$. In beiden Fällen wird unser Ausdruck kleiner, wenn B zunimmt.

Die Dauer des Schlages wird in beiden Fällen (die überdieß einerlei mechanischem Momente der Arbeit entsprechen) gleich groß, wenn das B, im zweiten Falle, das wir $= B'$ setzen, jenen Werth hat, wodurch

$$\left(B + C\right)^{\frac{1}{2}} = 2\left(3\gamma q + 4B'\right)^{\frac{1}{2}}$$

wird, wenn also

$B' = \frac{B + C}{16} - \frac{3}{4}. \gamma. q.$ ist. Dann ist aber im ersten Falle die Flughöhe

$f = \frac{M}{\frac{\gamma q}{2} + Ba + C} = \frac{M}{B + C}$, im zweiten Falle hingegen

$$f = \frac{M}{\frac{\gamma q}{2} + B'a + C'} =$$

$$\frac{M}{\frac{\gamma q}{2} + \frac{2}{3}. B'} = \frac{24. M}{B + C}.$$

Es wird also, bei einerlei mechanischem Momente der Arbeit, und bei einerlei Dauer des Schlages, die Flughöhe im zweiten Falle größer als im ersten. Daher besteht der Satz: Eine beträchtlichere Flughöhe, verbunden mit einer kurzen Dauer des Schlags, wird erhalten, wenn man das Gewicht des Hammerkopfs möglichst vermindert; hingegen jenes der Masse B erwähntermassen vermehrt, und B nach der Hammerhülse hin nähert, und zwar beinahe so weit, daß B von der Hammerhülse um $\frac{2}{3}$ jenes Abstandes entfernt sey, um welchen Abstand der Hammerkopf von der Hülse entfernt ist.

Bei der hier entwickelten Rechnung ward angenommen, es dürfe, da φ immer nur sehr klein sey, statt sin φ gesetzt werden φ. Genauer wären wir aber zu Werke gegangen, wenn wir in dem Ausdrucke

$$\int \frac{d\varphi}{(K - N \sin \varphi)^{\frac{1}{2}}}$$ den Ausdruck sin φ durch

$\varphi - \frac{\varphi^3}{6} + \frac{\varphi^5}{160}$ (Gleichung 13) substituirt hätten, u. s. w.

Druckfehleranzeige.

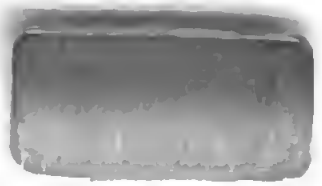
Seite 7 Zeile 1 von oben gezählt, statt: $\frac{xm+1}{m+1}$ lese: $\frac{x^{m+1}}{m+1}$

— 36 — 18 — — ——, —: Klumpen ist, —: Klumpen Eisen ist,

— 37 — 15 — — ——, —: =, so ist φ —: $= \varphi$, so ist

— 40 — 1 — — ——, —: $\frac{Nn^2 . W'^2}{4g}$ —: $\frac{Nn^2 . U'^2}{4g}$

Digitized by Google



Digitized by Google